



기후변화대응 기본계획 수립을 위한 건물에너지 수요관리 정책수단 연구

2018. 11.

연구기관: [사]에너지전환포럼



제 출 문

환경부장관 귀하

본 보고서를 ‘기후변화대응 기본계획 수립을 위한 건물에너지 수요
관리 정책수단 연구’의 최종보고서로 제출합니다.

2018년 11월

연구수행기관:	에너지전환포럼
책임연구원:	양이원영 사무처장
공동연구원:	추소연(RE 도시건축) 박훈(기후변화행동연구소)
보조연구원	이우주(RE 도시건축) 박수영(에너지전환포럼)

목 차

1. 서론	1
1.1 연구 개요	1
1.1.1 연구 배경	1
1.1.2 연구 목적	5
1.1.3 연구 범위	6
1.1.4 연구 내용	6
1.2 연구 방법과 절차	7
1.2.1 연구 방법	7
1.2.2 연구 절차	7
 2. 온실가스 감축 로드맵 및 기후변화 대응 기본계획 적정성 평가	11
2.1 「제 1 차 기후변화대응 기본계획」(2016 년 12 월)	11
2.2. 「2030 년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵」	12
2.3. 비슷한 해외 정책(온실가스 감축 로드맵, 기후변화대응 계획)과의 비교	19
2.3.1 주요국의 장기 온실가스 저배출 발전 전략	19
2.3.2 건물 부문의 기후변화 대응을 위한 주요 국제기구의 권고	26
2.3.3 2030 년 온실가스 감축 목표의 국제 비교	37
2.3.4 2030 년 온실가스 감축 로드맵 수정안 총평	39
 3. 국내 건물 에너지소비 현황 및 절감 잠재량	40
3.1 국내 건물에너지 소비 현황	40
3.1.1 건물 에너지 사용 증가 추이	42
3.1.2 건물 특성에 따른 에너지 소비 총량	50
3.1.3 건물 특성에 따른 단위면적당 에너지 소비 현황	51
3.1.4 건물 특성에 따른 건축물 현황	55
3.1.5 건물 특성에 따른 건축물 인허가 현황	60
3.1.6 건물 특성에 따른 노후 건축물 현황	64

3.1.7 에너지 다소비 건물의 에너지 소비 현황	73
3.1.8 건물 에너지 계절 수요 분석	80
3.1.9 공공건축물의 에너지 소비 현황	98
3.1.10 소결	100
3.2 건물 유형별 에너지효율화 및 온실가스 감축방안	102

4. 건물부문 에너지 절감 및 온실가스 감축 정책 현황 107

4.1 국내 건물 에너지 수요관리 관련 법 제도 및 정책 현황	107
4.1.1 관련 법 체계	107
4.1.2 국내 건물에너지 수요관리 제도 현황	126
4.2 건물부문 에너지절감 및 온실가스감축정책 및 제도사례	138
4.3 에너지 요금제도 및 세제 개편을 통한 건물 에너지수요관리 방안	170
4.3.1 주요국 전기소비 추이와 한국 건물분야 전기소비 추이	170
4.3.2 한국 건물분야 전기소비 현황과 전기요금	173
4.3.3 건물 에너지 소비효율 투자를 위한 요금과 세제 정책	179
4.3.4 제로에너지건축물 촉진을 위한 요금정책 점검	183
4.4 건물부문 에너지 수요관리를 위한 정책 제안	188

5. 결론 및 제언 221

5.1 결론	221
5.2 제언	221

6. 참고문헌 223

표 목 차

표 2.2.1 온실가스 감축 로드맵 수정안(2018.7.24. 확정)의 부문별 감축 목표 및 기존 로드맵(2016.12.) 비교	12
표 2.2.2 건물 부문의 2030 온실가스감축로드맵 수정안과 기존안 비교	18
표 2.3.1 건물 부문 기후변화 완화 수단	26
표 2.3.2 국제에너지기구 에너지기술관점 2017의 미래 기후변화 시나리오	29
표 2.3.3 건물 부문 최종에너지 에너지원별 소비량	30
표 2.3.4 RTS(NDC) 대비 건물부문 누적 최종에너지 절감량	31
표 2.3.5 시나리오의 에너지 소비 절감 수단 B2DS별 기여 수준(RTS 대비)	32
표 2.3.6 B2DS 시나리오의 CO ² 배출량 저감 수단별 기여 수준(RTS 대비)	33
표 2.3.7 시나리오별 건물 부문 난방/온수 기구 수의 변화	34
표 2.3.8 가정용 조명등 판매량 중 LED의 비율	35
표 2.3.9 2014년 대비 제로에너지 건물과 개조건물의 비율	35
표 2.3.10 건물 부문의 목표 단계별 최종에너지 소비량 절감 정책	37
표 2.3.11 2016년 기준 이산화탄소 배출량 상위 20개국의 NDC 비교	38
표 3.1.1 2015~2017년 건축물 세부용도별 에너지사용밀도	52
표 3.1.2 2017년 전국 건축물 용도별 현황 (동수)	56
표 3.1.3 2017년 전국 건축물 용도별 현황 (연면적(m ²))	57
표 3.1.4 서울시 에너지 다소비건물 용도별 단위면적당 에너지 사용량 (단위: TOE/m ²)	77
표 3.1.5 국내 데이터센터 PUE	78
표 3.2.1 '30년 제로에너지 건축물 의무화 로드맵에 따른 건물부문 에너지소비저감 및 온실가스 감축량	103
표 3.2.2 그린리모델링 사업 건축년도별 동절기 평균 난방비	104
표 3.2.3 서울시 노후주택 재고현황 및 에너지사용량	105
표 4.1.1 건물 에너지수요관리와 관련된 정부 계획의 구조	107
표 4.1.2 건물에너지 수요관리를 위한 법령 체계도	107
표 4.1.3 국내 '신축건물' 에너지 수요관리 및 온실가스 감축 관련 정책 현황	126
표 4.1.4 국내 '기존건물' 에너지 수요관리 및 온실가스 감축 관련 정책 현황	127
표 4.1.5 국내 '공공건물' 에너지 수요관리 및 온실가스 감축 관련 정책 현황	128
표 4.1.6 국내 주택 규모별 건물에너지수요관리 제도 현황 (신축)	130
표 4.1.7 국내 주택 규모별 건물에너지수요관리 제도 현황 (기존)	130
표 4.1.8 국내 근린생활시설 규모별 건물에너지수요관리 제도 현황 (신축)	132
표 4.1.9 국내 근린생활시설 규모별 건물에너지수요관리제도 현황 (기존)	132
표 4.1.10 국내 업무시설 규모별 건물에너지 수요관리제도현황 (신축)	133

표 4.1.11 국내 업무시설 규모별 건물에너지 수요관리제도현황 (기준)	134
표 4.1.12 국내 기타 비주거건물 규모별 건물에너지수요관리 제도현황 (신축)	136
표 4.1.13 국내 기타 비주거건물 규모별 건물에너지 수요관리 제도 현황 (기준)	137
표 4.2.1 EU 회원국의 에너지 리노베이션 촉진을 위한 시장경제 수단 유형별 현황	139
표 4.2.2 독일 KfW 430에 따른 에너지효율화 리노베이션 보조금	141
표 4.2.3 독일 KfW 151에 따른 에너지효율화 리노베이션 용자 조건	142
표 4.2.4 독일 기존 건물 에너지 효율화 관련 성능 규제	146
표 4.2.5 MuKEn 2014 비재생에너지 사용 90% 제한에 대한 표준 대안	147
표 4.3.1 주요국의 가정/상업/공공부문 일인당 최종소비, 전력소비 변화	171
표 4.3.2 계약종별 전기소비 추이와 일반용 전기소비 비중 추이	175
표 4.3.3 계약종별 전기사용용도	177
표 4.3.4 계약종별 전기판매 현황	178
표 4.3.5 주택용 전기요금 누진제 구간과 연간 주택용 사용 현황	178
표 4.3.6 서울시 에너지 다소비 사업자 업종별 에너지사용량 추이	180
표 4.3.7 A호텔과 B마트의 에너지소비효율 절감 투자	181
표 4.3.8 A호텔의 연간 전기와 가스사용 비용(단위: 천원)	182
표 4.3.9 복층빌라(30평형) 2가구 지열 냉난방, 급탕 전기사용량 모니터링	185
표 4.3.10 복층빌라 1가구 지열냉난방, 급탕+생활형 전기 사용 시 전기요금 계산	187
표 4.4.1 유형별 적용시기별 건물부문 온실가스 감축 정책 개선 방안 제안	188
표 4.4.2 공공건축물 그린리모델링 지원사업 실적	193
표 4.4.3 기존 에너지진단 기준과 그린리모델링 진단 기준의 비교	194
표 4.4.4 공동주택 난방유형별 위치별 사례 에너지 평가서 비교	199
표 4.4.5 기존 단독 및 다가구 주택 에너지 수요관리 관련 이해관계자 분석	204
표 4.4.6 근린생활시설 에너지 수요관리 관련 이해관계자 분석	209
표 4.4.7 기존 민간업무시설 에너지 수요관리 관련 이해관계자 분석	214
표 4.4.8 업무시설 유형별 에너지 수요관리 정책 제안	216

그림 목 차

그림 1.1.1 부문별 최종에너지소비 비중, 2015	1
그림 1.1.2 부문별 에너지관련 이산화탄소 배출 비중, 2015	2
그림 1.1.3 2010-2016 세계 건물 부문 이산화탄소 배출 추이 변화 요인	3
그림 1.1.4 부문별 최종에너지소비(2016)	4
그림 1.1.5 부문별 최종에너지소비 증가추이	5
그림 2.2.1 2030 온실가스감축로드맵 수정안의 감축경로와 국제기후변화 완화목표 비교	15
그림 2.2.2 건물 부문 온실가스 감축경로와 국제 기후변화 완화 목표 비교	17
그림 2.3.1 미국 장기 온실가스 저배출 발전 전략	20
그림 2.3.2 5가지 시나리오에 따른 캐나다 건물 부문의 2050년 에너지원별 소비 비중	25
그림 2.3.3 미래지구(Future Earth)에서 제시하는, 산업화 전 수준 대비 지구 평균 기온 상승을 1.5°C로 제한하기 위한 건물 부문의 온실가스 저감 목표	36
그림 3.1.1 2015년 부문별 이산화탄소 배출 비중과 건물부문의 기여도	40
그림 3.1.2 건물부문 온실가스 배출량 변화추이 (천tCO ²)	41
그림 3.1.3 2016년 지역별 건물부문 온실가스 배출량(천tCO ²)	41
그림 3.1.4 2016년 국내 부문별 최종에너지소비현황 및 증가추이(단위: 천TOE)	43
그림 3.1.5 건물부문 부문별 에너지사용량 증가추이 (단위: 천TOE)	43
그림 3.1.6 지역별 부문별 최종에너지 소비 (2016)	44
그림 3.1.7 지역별 부문별 건물에너지 소비 추이 - 수도권 (가정상업 부문)	45
그림 3.1.8 지역별 부문별 건물에너지 소비 추이 - 수도권 외 (가정상업 부문)	45
그림 3.1.9 지역별 부문별 건물에너지 소비 추이 - 수도권 (공공 기타 부문)	46
그림 3.1.10 지역별 부문별 건물에너지 소비 추이 - 수도권 외 (공공 기타 부문)	46
그림 3.1.11 국내 냉난방도일 변화에 따른 가정상업부문 에너지소비 상관관계	47
그림 3.1.12 국내 총생산 및 총소득 변화 추이	47
그림 3.1.13 가정부문 에너지원별 에너지사용량 변화 추이	48
그림 3.1.14 상업부문 에너지원별 에너지사용량 변화 추이	49
그림 3.1.15 공공부문 에너지원별 소비 추이	49
그림 3.1.16 2015년 전국 건축물 용도별 에너지사용량 비중 (공장제외)	50
그림 3.1.17 2012~2015년 전국 건축물 규모별 에너지사용량 비중	51
그림 3.1.18 국내 건물 용도별 단위면적당 에너지소비현황 (2017년)	54
그림 3.1.19 국내 건물 용도별 단위면적당 에너지소비현황 (2016년)	54
그림 3.1.20 국내 건물 용도별 단위면적당 에너지소비현황 (2015년)	54
그림 3.1.21 2017년 전국 지역별 건축물 현황 (동수)	56
그림 3.1.22 2017년 전국 지역별 용도별 건축물 현황 (연면적, m ²)	56

그림 3.1.23 2017년 전국 세부용도별 건축물 현황 (동수)	58
그림 3.1.24 2017년 전국 세부용도별 건축물 현황 (연면적)	58
그림 3.1.25 2017년 전국 건축물 규모별 현황 (동수)	60
그림 3.1.26 전국 건축물 규모별 현황 (동수)	60
그림 3.1.27 2017년 전국 건축물 용도별 허가현황 연면적 비중 - 공업용 및 기타 제외	61
그림 3.1.28 전국 건축물 용도별 신축 및 멸실 현황 변화 추이 (동수)	62
그림 3.1.29 전국 건축물 용도별 신축 및 멸실 현황 변화 추이 (연면적, m^2)	62
그림 3.1.30 전국 오피스텔 건축물 인허가 현황 변화 추이	63
그림 3.1.31 2017 전국 건축물 규모별 인허가현황 (동수)	63
그림 3.1.32 전국 건축물 규모별 인허가현황 (동수)	64
그림 3.1.33 2017년 전국 지역별 노후건축물 현황 (연면적, m^2)	65
그림 3.1.34 2017년 전국 지역별 노후건축물 현황 (연면적, m^2)	65
그림 3.1.35 전국 용도별 노후건축물 현황 (동수)	66
그림 3.1.36 전국 용도별 노후건축물 현황 (연면적, m^2)	66
그림 3.1.37 주택 유형별 추정 노후건축물 연면적 (연면적, m^2)	67
그림 3.1.38 2017년 주택종류별 노후도 현황 (동수)	67
그림 3.1.39 주택 유형별 노후건축물 현황 (동수)	68
그림 3.1.40 2017년 주택규모별 노후도 현황	68
그림 3.1.41 2016년 허가년도별 단독주택 단위연면적당 월별 도시가스 소비량	69
그림 3.1.42 2016년 허가년도별 단독주택 단위연면적당 월별 전력 소비량	69
그림 3.1.43 2016도 허가년도별 근린생활시설 단위연면적당 월별 도시가스 소비량	70
그림 3.1.44 2016년 월별 허가년도별 근린생활시설 단위연면적당 전력 소비량	70
그림 3.1.45 2016년도 월별 허가년도별 업무시설 단위연면적당 도시가스 소비량	71
그림 3.1.46 2016년도 월별 허가년도별 업무시설 단위연면적당 전력 소비량	72
그림 3.1.47 2016년도 월별 허가년도별 숙박시설 단위연면적당 도시가스 소비량	72
그림 3.1.48 2016년도 월별 허가년도별 숙박시설 단위연면적당 전력 소비량	73
그림 3.1.49 건물부문 에너지 사용량 구간별 에너지다소비사업자 현황	74
그림 3.1.50 에너지다소비건물 사용에너지 원별 비중 변화 추이	74
그림 3.1.51 2017년 에너지다소비건물 업종별 사용에너지원 비중	75
그림 3.1.52 2017년 에너지다소비건물 업종별 에너지 소비비중 및 온실가스 배출 비중	75
그림 3.1.53 에너지다소비 건물 용도별 연도별 에너지 사용량 변화 추이	76
그림 3.1.54 2012~2017년 서울시 에너지 다소비건물 수 및 에너지 총 사용량	77
그림 3.1.55 국내 데이터센터 최대 전력 월별 사용 현황	78
그림 3.1.56 환경부 목표관리제 건물 에너지사용량 (2013~2017)	79
그림 3.1.57 환경부 목표관리제 건물 온실가스 배출량 (2013~2017)	80
그림 3.1.58 2016년 월별 전국 단독주택 단위면적당 1차에너지소비량	81

그림 3.1.59 2016년 전국 단독주택 단위면적당 전기 및 도시가스 계절수요 추정	82
그림 3.1.60 2016년 광역시 월별 단독주택 단위면적당 도시가스 소비량	82
그림 3.1.61 2016년 광역시 월별 단독주택 단위면적당 전력소비량	83
그림 3.1.62 2016년 월별 전국 근린생활시설 단위면적당 1차에너지소비량	83
그림 3.1.63 2016년 전국근린생활시설 단위면적당 전기·도시가스 계절수요 추정	84
그림 3.1.64 2016년 광역시 월별 근린생활시설 단위면적당 도시가스 소비량	85
그림 3.1.65 2016년 광역시 월별 근린생활시설 단위면적당 전력소비량	85
그림 3.1.66 2016년 서울지역 월별 근린생활시설 단위면적당 도시가스 소비량	86
그림 3.1.67 2016년 서울지역 월별 근린생활시설 단위면적당 전력 소비량	86
그림 3.1.68 2016년 월별 규모별 근린생활시설 단위면적당 도시가스 소비량	87
그림 3.1.69 2016년 월별 규모별 근린생활시설 단위면적당 전력 소비량	87
그림 3.1.70 2016년 월별 전국 업무시설 단위면적당 1차에너지소비량	88
그림 3.1.71 2016년 전국 업무시설 단위면적당 전기·도시가스 계절수요 추정	89
그림 3.1.72 2016년 광역시 월별 업무시설 단위면적당 도시가스 에너지소비량	89
그림 3.1.73 2016년 광역시 월별 업무시설 단위면적당 전력 소비량	90
그림 3.1.74 2016년 서울지역 월별 업무시설 단위면적당 도시가스 소비량	90
그림 3.1.75 2016년 서울지역 월별 업무시설 단위면적당 전력 소비량	91
그림 3.1.76 2016년 월별 규모별 업무시설 단위면적당 도시가스 에너지소비량	92
그림 3.1.77 2016년 월별 규모별 업무시설 단위면적당 전기에너지 소비량	92
그림 3.1.78 2016년 월별 전국 숙박시설 단위면적당 1차에너지소비량	93
그림 3.1.79 2016년 월별 숙박시설 단위면적당 전기·도시가스 계절수요 추정	94
그림 3.1.80 2016년 광역시 월별 숙박시설 단위면적당 도시가스 소비량	95
그림 3.1.81 2016년 지역별 월별 숙박시설 단위면적당 전력 소비량	95
그림 3.1.82 서울지역 월별 숙박시설 단위면적당 도시가스 소비량	96
그림 3.1.83 2016년 서울지역 월별 숙박시설 단위면적당 전력 소비량	96
그림 3.1.84 2016년 월별 규모별 숙박시설 단위면적당 도시가스 소비량	97
그림 3.1.85 2016년 월별 규모별 숙박시설 단위면적당 전력 소비량	97
그림 3.1.86 전국 공공건축물 동수 변화 추이	98
그림 3.1.87 전국 공공건축물 현황 (연면적)	99
그림 3.1.88 전국 공공건축물 용도별 현황	99
그림 3.1.89 규모 및 노후도별 공공건축물 동수 및 연면적 현황	100
그림 3.1.90 소규모 공공업무시설의 그린리모델링을 통한 에너지절감잠재량 분석결과	106
그림 4.2.1 영국 에너지 성능인증서 예시	149
그림 4.2.2 독일 ISFP 컨설팅 보고서 예시	151
그림 4.2.3 영국 DEC(Display Energy Certificate) 예시	156
그림 4.2.4 영국 EEC 의무 대상 에너지 공급자 연차별 목표 달성 현황	158

그림 4.2.5 영국 EEC 분기별 절감수단별 에너지효율화를 통한 에너지 절감량	159
그림 4.2.6 ECO2의 2018년 8월 기준 의무 달성현황	161
그림 4.2.7 미국 주별 에너지공급자 효율향상 의무화제도(EERS) 시행현황	162
그림 4.2.8 독일 “Check-In Energieeffizienz” 참여 호텔 및 호스텔의 분포현황	166
그림 4.3.1 주요국 1인당 전기소비 추이	170
그림 4.3.2 1980년 기점 주요국 1인당 전기소비 추이	171
그림 4.3.3 주요국 가정/상업/공공부문 전력소비 변화(2000~2015년)	172
그림 4.3.4 가정부문 최종에너지원별 소비변화(1990~2016년)	172
그림 4.3.5 상업부문 최종에너지원별 소비변화(1990~2016년)	173
그림 4.3.6 부문별 전력소비 비중(2017)	174
그림 4.3.7 계약종별 판매전력량 추이(2016.1 ~2018.10) 단위: GWh	174
그림 4.3.8 계약종별 판매전력량 추이(산업용 제외)(2016.1 ~2018.10) 단위: GWh	175
그림 4.3.9 주요국 가정용 전기요금 추이(2017)	179
그림 4.3.10 덴마크 전기요금 구성	183
그림 4.3.11 건물에너지 소비절감 단계와 유도정책	184

1. 서론

1.1 연구 개요

1.1.1 연구 배경

1.1.1.1 전 세계 건물에너지 소비현황

- UNEP의 Global status report 2017에 따르면, 2016년 현재 전 세계 건물부문 에너지소비는 약125EJ (약2,987,500,000 TOE)에 달하며, 세계 최종에너지 소비의 약30%를 차지하고 있으며, 철강, 시멘트, 유리 등 건설자재산업부문이 추가로 약6%, 약26EJ(약621,400,000TOE)의 에너지를 소비하고 있음.

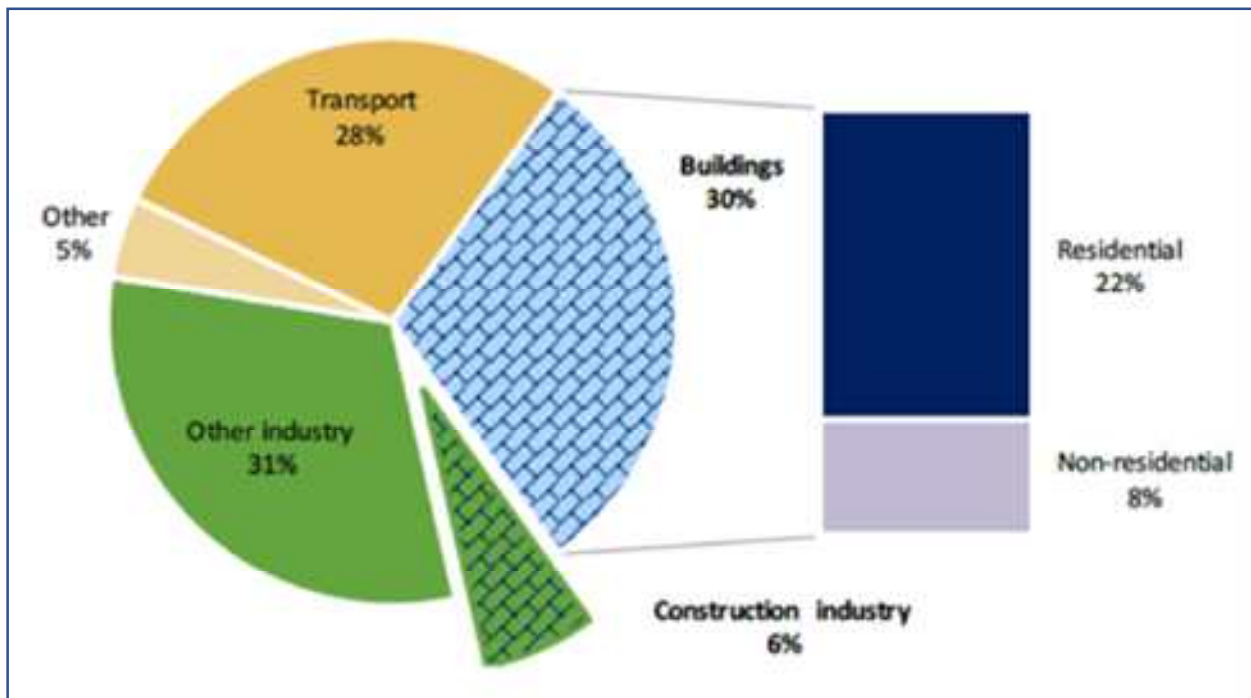


그림 1.1.1 부문별 최종에너지소비 비중, 2015

자료: IEA (2017), World Energy Statistics and Balances, IEA/OECD, Paris, www.iea.org/statistics

출처: UNEP and IEA (2017): Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector. Global Status Report 2017

- 전력소비를 포함한 건물부문의 에너지관련 이산화탄소 배출은 약39%를 차지하고 있음.

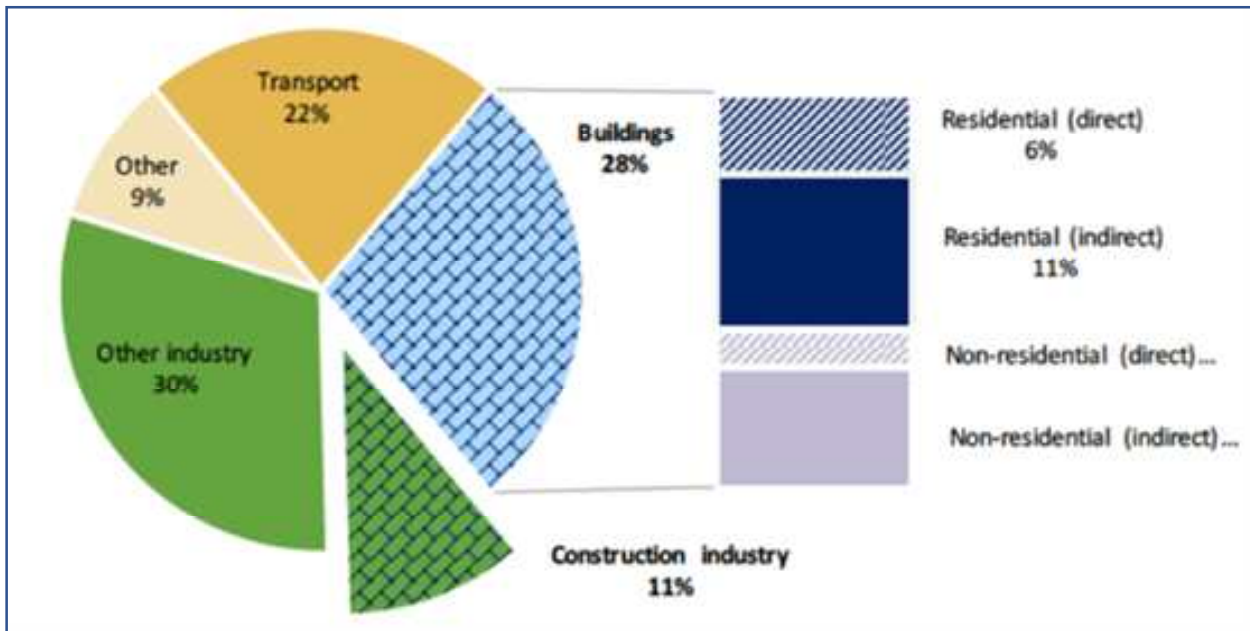


그림 1.1.2 부문별 에너지관련 이산화탄소 배출 비중, 2015

자료: IEA (2017), World Energy Statistics and Balances, IEA/OECD, Paris, www.iea.org/statistics

출처: UNEP and IEA (2017): Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector. Global Status Report 2017

- 2010년에서2016년 사이 전세계 이산화탄소 배출은 매년 약1%까지 증가하여 누적 약 76GtCO₂를 배출함.[1]
- 세계적으로 많은 국가들이 건물에너지성능 향상을 위한 정책들을 다수 입안하고 있기는 하지만, 연간 건물에너지사용강도(단위면적당 에너지사용량)은 약1.5%정도 줄어드는 반면, 전세계 건물 사용면적은 연간 약2.3%씩 증가하고 있어 건물에너지 사용량은 늘어나고 있음. 효율증가가 개발도상국을 중심으로 빠르게 증가하는 면적을 상쇄하기에는 역부족임[2].
- 2010년과2016년 사이 인구증가, 1인당 사용건물면적 증가, 에너지서비스에 대한 수요 증가와 관련하여 건물에너지소비는2010년 이후 총57EJ(약1,362,300,000 TOE) 증가하였으며, 이는 독일의 총에너지소비와 맞먹는 양임.



그림 1.1.3 2010-2016 세계 건물 부문 이산화탄소 배출 추이 변화 요인

자료: IEA (2017), World Energy Statistics and Balances, IEA/OECD, Paris, www.iea.org/statistics

출처: UNEP and IEA (2017): Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector. Global Status Report 2017

1.1.1.2 국내 건물에너지 소비 현황

- 최종에너지소비량 중 가정·상업 및 공공·기타를 건물에너지 소비량으로 볼 수 있으며, 2016년 현재 국내 최종에너지 총 소비량 중 약20%를 차지하고 있음.
- 2016년 현재 최종에너지소비량은 225,681,000 TOE이며, 가정·상업은 38,261,000TOE, 공공이 6,237,000TOE를 소비함.

부문별 최종에너지소비 (2016)
[전국 - 225,681,000TOE]

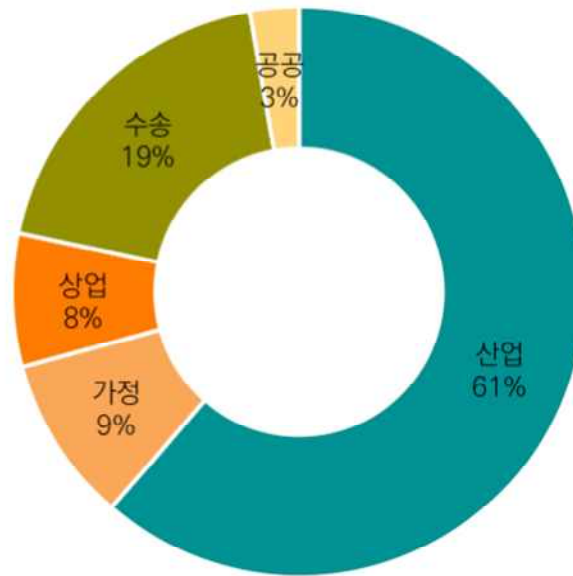


그림 1.1.4 부문별 최종에너지소비(2016)

출처: 2017 에너지통계연보, 산업통상자원부, 에너지경제연구원

1.1.1.3 건물에너지 소비 증감추이

- 2016년 현재, 부문별 최종에너지소비량은, 2005년 기준으로 지난11년간 공공은 약53% 증가, 수송은 약20% 증가, 가정·상업은 약4% 증가, 산업은 약46.7% 증가함.
- 건물에너지 중 가정·상업 부문의 전체 에너지 소비량이 2010년 이후 연평균 약 16만7천 TOE, 약 3.4% 속도로 꾸준히 증가하고 있지만, 산업부문의 증가 속도가 공공부문을 제외하고는 가장 급격히 증가하고 있어 전체 최종에너지소비량 중 건물부문이 차지하고 있는 비중은 상대적으로 줄어들고 있는 현황임.

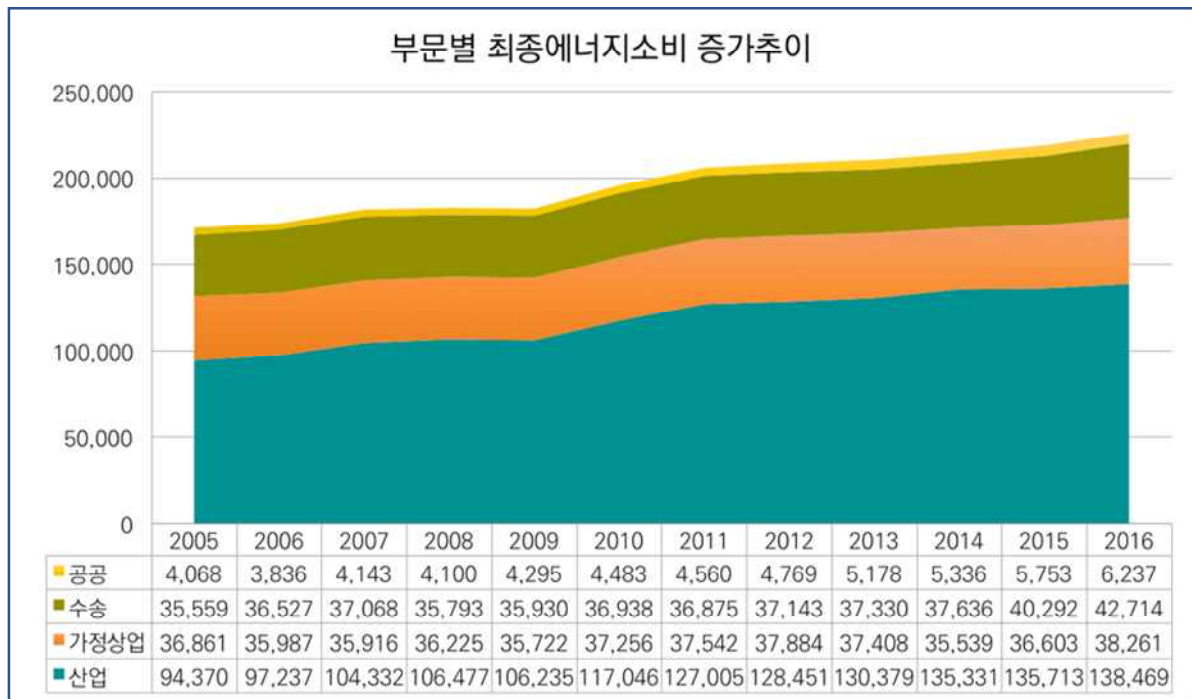


그림 1.1.5 부문별 최종에너지소비 증가추이

출처: 2017 에너지통계연보, 산업통상자원부, 에너지경제연구원

- [1] UNEP and IEA (2017): Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector. Global Status Report 2017
- [2] UNEP and IEA (2017): Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector. Global Status Report 2017

1.1.2 연구 목적

- 제2차 기후변화대응 기본계획 수립을 앞두고 온실가스 배출량 절감 정책수단에 대한 점검이 필요한데, 건물에너지부문의 온실가스 감축 방안들은 감축 수단별 단위 온실가스 감축비용이 가장 낮은 편으로 국가적 차원에서 비용 효율적 온실가스 감축 정책수단으로 충분히 검토되고 활용될 수 있음. 동시에 중장기 에너지 정책 기본방향인 “제3차 에너지기본계획(‘18.12.)”과 “제1차 기후변화대응 기본계획 수정안(‘19.6. 예정)”에 대비하여 온실가스 감축 목표 달성의 측면에서 대응 방향 마련할 필요가 있음. 따라서 본 연구는 기존의 온실가스 로드맵과 기후변화대응 기본계획, 에너지기본계획에 따른 현 시점에서의 부문별 감축 비율과 감축 방안의 적정성을 평가하고, 건물부문에서의 에너지 사용현황 및 특성과 기술적 절감 가능성을 분석하며, 실질적인 온실가스 저감 및 에너지 수요관리를 유도하기 위한 다양한 정책대안을 제시하는 것을 목적으로 함.

1.1.3 연구 범위

- (현황에 대한 종합적 분석) 기존의 온실가스 감축 로드맵*과 기후변화대응 기본계획, 에너지기본계획에 따른 현시점에서의 부문별 감축 비율과 감축 방안의 적정성 평가
 - 온실가스종합정보센터(GIR)와 에너지경제연구원의 기존 연구결과 검토 포함
 - 2050 장기 감축전략 수립에 대비한 장기 수요관리방안 제안(해외사례 등을 통한 시사점 도출 등)
 - 가전제품 다양화 추세에 따른 장기 수요예측
 - * 2016년 12월 관계부처가 합동으로 발표한 「2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵」
- (건물부문 절감방안 분석) 건물부문 중 절감 잠재량이 큰 건물용도를 확인하고 이 용도 건물에서의 에너지 사용현황 및 특성과 기술적 절감 가능성을 확인함. 기존 연구에서 에너지수요관리와 온실가스 감축을 위해 제시되고 도입된 정책수단에 대한 평가를 통해 개선방안을 찾고 정책대안 제시
 - 기존 건물 에너지와 온실가스 절감을 위한 국내외 정책 정리와 효과 분석
 - 건물분야에서의 에너지 절감과 온실가스 감축을 위해 기존 연구를 통해 제안하고 시행된 정책수단을 평가하고 한계점 분석
 - 연중 전력 피크수요 시기의 저감 방안과 정책효과분석 포함
- (에너지다소비 건물 절감방안) 에너지가격과 건물관리 측면에서 건물 에너지사용량 절감 방안
 - 자가용 에너지다소비 건물과 임대용 에너지다소비 건물의 에너지수요관리 사례 분석과 정책제안
 - 에너지다소비 건물 에너지수요절감 정책수단으로서의 에너지가격의 역할과 정책대안을 제안

1.1.4 연구 내용

- 제2차 기후변화대응 기본계획 수립을 앞두고 온실가스 배출량 감축 정책수단에 대한 점검
 - 국내·외 선행연구 검토를 바탕으로 온실가스 배출량 감축 정책의 타당성 평가를 위한 체계적인 절차 및 방법 제시
 - 주요 국가들의 INDC(또는 NDC)에서 제시하는 온실가스 배출량 감축 정책과 우리나라 정책의 비교
- 효율적인 건물 에너지수요관리를 위한 정책 수단 제시 및 건물 부문 온실가스 감축 목표 제고
 - 건물 부문 건물용도별 에너지 사용량 통계를 바탕으로 건물부문 에너지 소비 구조 및 특성을

- 분석하고, 용도별로 비용 효율적인 온실가스 감축 방안 및 감축 잠재량 분석
- 건물 부문 에너지효율화를 통한 에너지 수요관리 및 온실가스 감축 활성화를 위한 건물용도별 특성에 맞는 정책수단 제시
- 기술적 제도적 가능성을 고려한 건물 부문 온실가스 감축에 대한 적정 목표 제시
- 온실가스 감축 목표 달성의 측면에서 중장기 에너지 정책 대응 방향 마련
 - 「제3차 에너지기본계획」(’18.12.)과 「제2차 기후변화대응 기본계획」(’18.12.)의 수립에 대비
 - 주요 국가들의 온실가스 감축 장기 로드맵 검토를 통한 국내 온실가스 감축 로드맵 및 장기 수요관리 방안에 대한 시사점 도출
 - 국내 외 선행 연구 검토를 토대로 가전제품 다양화 추세 및 4차 산업 활성화 등에 따른 장기수요를 예측하고 해외 사례 검토를 통한 대응 방안 제시

1.2 연구 방법과 절차

1.2.1 연구 방법

- 온실가스 감축 로드맵 및 기후변화 대응 기본계획 적정성 평가
- 국내 건물 에너지소비 현황 조사 및 절감 잠재량 분석
- 건물부문 에너지 절감 및 온실가스 감축 정책 분석
- 에너지 요금제도 및 세제 개편을 통한 건물 에너지수요관리 방안 제시
- 건물 부문 에너지 수요관리를 위한 정책 수단 제시

1.2.2 연구 절차

1.2.2.1 정책·제도 분석

1.2.2.1.1 온실가스 감축 로드맵, 에너지정책 검토

- 「2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵」(2016년 12월 확정된 기존 로드맵과 2018년 6월 발표 예정인 개정 로드맵) 검토
 - 로드맵의 기본전제, 부문별 감축 잠재량, 2030년 감축목표의 적정성 검토
 - 목표 연도 이전의 중간단계(2020년, 2025년 등) 감축 진도 검증 대책 검토
- 「제1차 기후변화대응 기본계획」

- 2016년 12월 계획 확정 당시의 저탄소 에너지 정책과 문재인정부 에너지 정책의 차이 및 진행 상황 검토
- 탄소시장(배출권거래제, 국제탄소시장)을 활용한 감축 방안의 실효성 검토

1.2.2.1.2 에너지 요금제도 및 세제 개편 방향

- 에너지 상대가격에 영향을 미치는 요금제도 및 세제 분석
 - 현재 정부에서 준비 중이거나 곧 시행되는 관련 제도의 에너지 소비 및 온실가스 배출량에 대한 영향 분석

1.2.2.2 해외 정책 및 수단 분석

1.2.2.2.1 주요국가 INDC/NDC 이행 정책 분석

- 주요 국가들이 INDC 또는 NDC를 달성하기 위해 약속했거나 시행 중인 정책의 특성과 실효성 분석
- INDC/NDC 또는 하위 이행계획의 부문별 온실가스 배출량 감축 정책의 실효성 및 국내 도입 가능성 분석
- INDC/NDC 또는 하위 이행계획의 건물부문 온실가스 배출량 감축을 위한 정책 분석 및 국내 도입 가능성 검토

1.2.2.2.2 주요 국가들의 온실가스 감축 장기 로드맵 분석

- 주요국가에서 UNFCCC에 제출한 2050년까지의 온실가스 감축 장기 로드맵과 INDC/NDC의 2030년까지의 온실가스 감축 중기 로드맵의 정합성 검토

1.2.2.2.3 해외의 에너지 요금제도 및 세제

- 주요국의 에너지 요금제도 및 세제 분석
- 각 제도의 에너지 소비량 절감 및 온실가스 배출량 감축 성과 비교 및 국내 도입 가능성 검토

1.2.2.3 가전제품 다양화와 제4차 산업혁명이 에너지 장기수요에 미치는 영향 분석

- 가전제품 다양화, 사물인터넷 확산 등에 따른 에너지 소비량 전망

- 4차 산업 활성화 등에 따른 에너지 장기수요 예측
- 4차산업 활성화 등과 같은 급격한 변화 에너지소비행태 변화에 대응하는 해외 우수 정책 검토를 통한 대응 방안 제시

1.2.2.4 건물에너지 통계 분석

1.2.2.4.1 분석개요

- 최근 5년간 건물 용도별 에너지 사용 현황 및 특성 분석
 - 건물에너지 관련 통계 분석(민간 건물 데이터개방시스템 등 활용)을 통해 건물 용도별 에너지 사용특성과 소비 추이를 파악하여 주요 건물에너지 사용처 파악
- 건물용도별 사용용도별 에너지 사용 비중 분석
 - 건물 용도별 에너지원별 월별 에너지 소비량 분석을 통해 냉난방 에너지 사용 규모 파악
- 주요 건물 용도에 대한 건축 및 설비 특성에 따른 건물 유형별 에너지소비구조 특성 파악

1.2.2.4.2 분석방법

- 건축물 대장 정보와 지번별 사용 에너지 데이터 매칭
- 건물 에너지 사용량 데이터 표본 군의 분석을 통해 용도별 에너지 소비구조 및 효율화를 통해 감축할 수 있는 냉난방에너지 등 주요 에너지 사용용도에 대한 용도별 에너지 사용량 규모 파악

1.2.2.5 주요 건물용도별 비용효율적인 에너지 절감 및 온실가스 감축 방안 분석

1.2.2.5.1 선행연구 문헌조사를 통한 분석

- 건물 용도별 에너지효율화 방안에 대한 선행연구 결과를 토대로 건물 용도별 건축물 유형별 주요 에너지 절감 방안 및 개별 에너지 절감방안에 대한 절감률 분석

1.2.2.5.2 사례조사를 통한 분석

- 국토교통부 그린리모델링 지원 사업을 비롯한 지자체 건물에너지효율화 지원사업 등의 사례 분석을 토대로 건물 용도별로 도입된 주요 에너지효율화 방안 및 비용, 효율화 조치 에너지 절감률 기대치(성능분석 프로그램 등을 통한 이론상 절감률) 및 실제 절감효과 분석

- 에너지다소비사업장 진단 및 관리 자료 등 건물에너지효율화 성공사례 분석을 통한 비용효율적인 에너지효율화 수단 검토 및 개별에너지효율화 조치에 따른 에너지절감효과 분석

1.2.2.6 에너지다소비사업장 건물 에너지관리 주체 대상 간담회 개최

1.2.2.6.1 에너지다소비사업장 건물 용도별로 에너지수요 관리 사례 수집 및 공유

- 개별 에너지다소비사업장에 대한 건물 에너지사용 관련 공개 자료와 건물 에너지 관리 주체 사전 인터뷰를 통해 중 건물 에너지 관리를 통한 에너지절감 성과가 있는 사업장의 에너지 수요관리방안 및 에너지사용량 변화 추이 등에 관한 사례 수집
- 간담회를 통해 에너지다소비사업장 건물 에너지 관리 주체 간의 건물 용도별 에너지 수요관리 우수 사례 공유

1.2.2.6.2 에너지다소비사업장 및 건물 에너지효율화 활성화를 위한 현장 의견 수렴

- 에너지다소비사업장 건물 에너지 관리 주체 및 소유주, 사용자 등의 건물 에너지 수요관리 및 건물 에너지 절감 방안 도입에 있어서의 실무적인 어려움, 과제, 건의 사항 등 현장 의견 수렴

1.2.2.7 자문회의 및 컨퍼런스 개최

1.2.2.7.1 자문회의 및 컨퍼런스 개최를 통한 전문가 및 실무자 의견 수렴

- 자문회의: 행정학, 법학, 건물 에너지 수요관리, 건물에너지통계 전문가 뿐 아니라 지방자치 및 거버넌스 분야의 실무자, 전문가 등을 포함한 10여 명의 전문가 및 실무자 Pool을 구성하여 3~4회 개최
- 에너지전환포럼 소속 전문가들을 대상으로 상시 자문 및 의견 수렴
- 컨퍼런스: 발주처인 환경부 뿐 아니라 다양한 정부기관 및 학술 기관들과 협력하여 2차 중간보고회를 겸하여 1회 추진/ 학계 및 시민사회의 건물에너지 수요관리 정책방향에 관한 의견 수렴

2. 온실가스 감축 로드맵 및 기후변화 대응 기본계획 적정성 평가

2.1 「제1차 기후변화대응 기본계획」 [2016년 12월]

기존의 우리나라 기후변화대응 관련계획은 온실가스 배출량 감축정책에만 중점을 두었으나, 2015년 파리협정이 채택되고 우리나라도 2016년 11월에 국회에서 비준하면서 감축 참여·적응 대책 수립, 재원지원, 이행점검 등을 포괄해야 할 의무가 생겼다. 이에 따라 2016년 12월에 제1차 기후변화대응 기본계획(관계부처 합동, 2016b)이 확정되었다. 우리나라가 2016년 6월 UNFCCC에 제출한 INDC를 만족하는 기후변화 완화(감축) 계획뿐만 아니라 기후변화 적응, 국제협력 계획 등을 처음으로 총망라한 종합계획이라고 할 수 있다. 이 계획의 건물 부문 정책을 요약하면 다음과 같다.

□ 건물의 제로에너지화

○ 신축 건물: 건축물 허가기준을 단계적으로 강화

- 2017년부터 패시브 수준 설계기준 도입
- 제로에너지 건축물 공급 확대: 2020년부터 공공건축물, 2025년부터 일반건축물의 제로에너지건축물 의무화

○ 기존 건물: 기존 노후 건축물의 에너지 성능개선 유도

- 그린리모델링 사업 확대: 2017년부터 지원체계 구축, 2018년부터 홍보 및 재정지원 확대
- 노후 건축물 성능 진단 및 노후 설비 교체 유도

○ 운영 단계: BEMS 확산 기술 개발 및 제도 기반 마련

- BEMS(Building Energy Management System) 설계·시공·관리를 위한 통합플랫폼 구축: “BEMS KS 기반의 설계·시공·운영·관리 기술 개발 및 실증 연구” 진행 중(2015~2020)

「2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵」과 함께 2016년 12월에 발표되었기 때문에 제안하는 정책이 같았다. 그러므로 다음에 소개하는 「2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵」의 수정안이 「제1차 기후변화대응 기본계획」의 정책을 대부분 계승, 개선하고 있다고 볼 수 있다.

2.2. 「2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵」

2016년 12월 발표된 온실가스 감축 로드맵(관계부처 합동, 2016)은 2018년 7월 24일 수정(관계부처 합동, 2018)되었다. 이에 따라 우리나라의 ‘국가가 결정하는 감축기여분’(NDC, Nationally Determined Contribution; 파리협정의 ‘산업화 이전에 비해 지구 평균온도 상승을 2℃ 이하로 유지’하는 목표에 기여하기 위해 분야별로 당사국이 취할 노력을 스스로 결정하여 제출하는 감축목표 및 이행계획)도 수정할 계획이라고 한다.

표 2.2.1 온실가스 감축 로드맵 수정안(2018.7.24. 확정)의 부문별 감축 목표 및 기존 로드맵(2016.12.) 비교

(단위: 백만톤, %)

부문		배출 전망 (BAU)	2016년 로드맵		2018년 수정안	
			감축 후 배출량 (감축량)	BAU 대비 감축률	감축 후 배출량 (감축량)	BAU 대비 감축률
배출원 감축	산업	481.0	424.6	11.7%	382.4	20.5%
	건물	197.2	161.4	18.1%	132.7	32.7%
	수송	105.2	79.3	24.6%	74.4	29.3%
	농축산	20.7	19.7	4.8%	19.0	8.2%
	폐기물	15.5	11.9	23.0%	11.0	28.9%
	공공·기타	21.0	17.4	17.3%	15.7	25.3%
	탈루 등	10.3	10.3	0.0%	7.2	30.5%
감축 수단 활용	전환	(333.2) ¹	-64.5		(확정 감축량) -23.7 (추가감축잠재량) -34.1 ²	-
	E 신산업/CCUS	-	-28.2	-	-10.3	-
	산림흡수원		-		-22.1	4.5%
	국외감축 등	-	-95.9	11.3%	-16.2	
	기존 국내감축		631.9	25.7%	574.3	32.5%
합계		850.8	536	37.0%	536.0	37.0%

출처: 관계부처 합동(2016a, 2018).

비고: 1. 전환부문 배출량(333.2백만톤)은 전기 및 열 사용량에 따라 부문별 배출량에 포함되어 합계로 산정됨

2. 전환부문 감축량 23.7백만톤 확정, 추가감축 잠재량은 '20년 NDC 제출 전까지 확정.

이번 연구와 직접적인 관계가 있는 건물 부문, 공공·기타 부문의 온실가스 배출량 감축 목표와 부문별 주요 감축 수단은 다음과 같다.

- 건물 부문: 2030년 예상 배출량이 197.2백만톤CO₂e이었으나, 감축 후 132.7백만톤 배출 (BAU 대비 64.5백만톤 저감, 감축률 32.7%)

건물 부문의 주요 감축수단은 다음과 같다.

○ 신축 건축물: 허가기준 등 정책강화(5.5백만톤 감축)

- 건축물 에너지기준 강화: 「건축물의 에너지절약설계기준」(「녹색건축물 조성 지원법 시행규칙」에 따른 국토교통부 고시) 개정(2018년 9월 1일 시행), 패시브 건축물 수준의 단열기준 적용
- 제로에너지건축물(건축물에 필요한 에너지 부하를 최소화하고 신에너지 및 재생에너지를 활용하여 소요량을 최소화하는 녹색건축물)의 단계적 의무화: 「녹색건축물 조성 지원법」 및 관련 시행령 개정
- 제로에너지건축물의 신재생에너지 생산량 인정 범위를 해당 대지 밖(off-site)으로 확대: 「건축물 에너지효율등급」 인증 및 「제로에너지건축물 인증 기준」 개정
- 소형주택(전용면적 60m² 이하)의 패시브 하우스 수준 의무화 및 신재생에너지(액티브 기술) 확대: 「에너지절약형 친환경주택의 건설기준」의 성능 수준 강화
- 제로에너지주택 확대(2025년~)

○ 기존 건축물: 에너지 성능 향상(9.6백만톤 감축)

- 에너지 다소비 공공 건축물의 녹색건축물 전환(성능 개선) 의무화: 「녹색건축물 조성 지원법」 개정
- 도시재생 연계사업: 녹색건축 특화형 도시재생 사업모델 발굴 및 제시
- 그린리모델링 활성화: 중장기 세부추진 계획(민간이자 지원사업 개선, 사업방식 다각화 등) 수립
- 확대, 도시재생 연계사업 모델 발굴 등
- 노후 민간 건축물 에너지 성능개선: 사업기획 지원, 재정 지원 확대
- 건축물 에너지성능 개선 성과의 외부감축사업(상쇄) 추진: 극소규모 감축사업(연간 예상 감축량 100톤 이하) 등 건물부문 외부사업 모델 및 이행 기반 구축 추진

○ 설비효율개선 및 신재생에너지 보급확대(15.2백만톤 감축)

- 가전·사무기기 및 설비의 에너지효율화: 에너지 소비효율 등급(「에너지이용 합리화법」 제15, 16조), 고효율 에너지기자재 인증제도(「에너지이용 합리화법 시행규칙」에 따른 「고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정」) 대상 품목 확대, 에너지 기자재의 최저소비효율기준(MEPS, Minimum Energy Performance Standard) 강화

- 고효율 조명기기, 고효율 설비 지원사업: LED 조명 보급(백열등, 할로겐 램프, 형광등, 고휘도 방전[HID] 램프 등 대체)
- 주택건물 재생에너지 보급 확대: 「재생에너지 3020 이행계획」과 연계하여 재생에너지 지원사업

○ 건물에너지 정보인프라 구축 및 소비개선 유도(5.8백만톤 감축)

- 저에너지 건축물 보급·확산을 위한 건축물 에너지데이터 통합지원시스템 개발 및 대국민서비스 실시: 국가건물에너지통합관리시스템 (<http://www.greentogether.go.kr/>) 운영 서비스 강화
- 건물 에너지 절약 맞춤형 서비스 개발: 건물의 기본 에너지 진단 및 에너지효율 개선 방안 등 제공(IoT, 빅데이터 분석 이용)
- 운영관리·행태 개선 유도: 건물에너지 성능관리 가이드 온라인 서비스, 건물 용도별 에너지절약 매뉴얼 개발
- 건물에너지관리시스템(BEMS) 기술 개발: 공간별·용도별 에너지 사용량 분리 계량 및 모니터링 확산

□ 공공·기타 부문: 2030년 예상 배출량이 21.0백만톤CO₂e이었으나, 감축 후 15.7백만톤 배출(BAU 대비 5.3백만톤 저감, 감축률 25.3%)

공공·기타 부문의 주요 감축수단은 다음과 같다.

○ LED 조명과 가로등 보급(2.35백만톤 감축)

- LED 조명: 2030년 LED 조명 보급률 100%(1.62백만톤 감축)
- 가로등: 2030년까지 LED 또는 재생에너지 가로등으로 100% 교체(0.73백만톤 감축)

○ 재생에너지 설비 보급(1.2백만톤 감축)

- 2030년까지 태양열 23.5 ktoe, 지열 278.6 ktoe 보급: 재생에너지 설치의무화, 지역지원 보급 계획, 한국에너지공단 지원(공공·기타 부문의 태양광 보급은 발전부문 실적으로 집계)

○ 공공부문 에너지목표 관리제(「저탄소 녹색성장 기본법 시행령」에 따른 「공공부문 온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」 강화)

○ 건축물 단열 강화(0.3백만톤 감축)

- 신축 건물: 패시브 기술(2020년), 제로에너지 기술(2027년) 도입
- 기존 건물: 공공시설 중 15년 이상 된 노후건물 리모델링 추진(「제1차 녹색건축물 기본계획」에 따른 「녹색건축물개발 및 보급을 통한 건물부문의 에너지 수요 저감 계획」)

○ 건축물에너지관리시스템(BEMS) 도입(0.3백만톤 감축)

- 공공기관(관공서, 초중고대학, 공공사무소) 신·증축 건물에 매년 3%, 2030년까지 37% 보급: 에너지 절감효과 평균 10% 예상(『공공기관 에너지이용합리화 추진에 관한 규정』에 따라 연면적 10,000m² 이상의 건축물을 신축하거나 별동으로 증축하는 경우 BEMS 구축 필수)

평가

온실가스 감축 로드맵 수정안은 국제적인 기후변화완화 노력과는 거리가 있다. 현재 우리나라의 총배출량 감축 목표는 전세계적으로 4°C 온난화 경로와 비슷하다(아래 그림). 즉, 2100년까지 지구평균온도가 산업화 이전 수준 대비 4°C 상승하는 온실가스 배출경로를 따르고 있다. 정부에서 계획하는 대로 총배출량을 산림흡수 및 국외감축분으로 상쇄한다 해도 2030년 온실가스 배출량(=순배출량)은 3°C보다는 높고 4°C 온난화보다는 낮은 배출경로에 머무는 수준이다.

이번 수정안의 가장 두드러진 개선점은 다른 곳에 있다. 이전의 온실가스 감축안(기존안 포함)은 목표년도 배출량만 제시하고 발표시점과 목표년도 사이의 배출량에 대해서는 구체적인 배출량을 공개하지 않았었지만 수정안은 전문가와 시민사회 등의 의견을 모아, 목표연도인 '30년까지 남은 기간, 배출권거래제 할당기간과의 연계, 경로목표 이행관리 가능성 등에 대해 올해부터 3년 단위로 중간목표를 설정했다(아래 그림의 주황색 막대기).

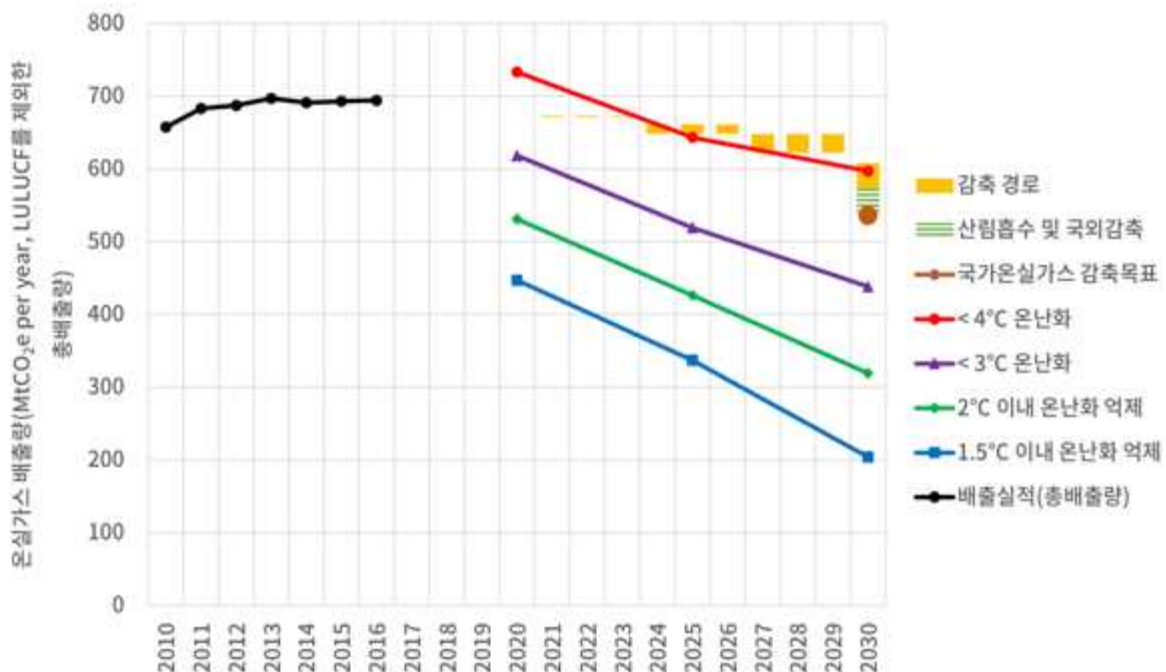


그림 2.2.1 2030 온실가스감축로드맵 수정안의 감축경로와 국제기후변화 완화목표 비교

참고: 국제 기후변화 완화 목표 출처 = Climate Action Tracker(2018)

- 건물 부문 감축 목표 평가(아래 그림): 건물 부문 중 가정·상업 부문의 감축 목표는 BAU 대비 32.7%로 우리나라 전체 감축 목표(32.5%)와 비슷하다. 공공·기타 부문의 목표는 BAU 대비 25.3%로서 국가 전체 감축 목표보다 약하다. 우리나라의 온실가스 감축 목표가 이미 파리협정의 목표에 현저히 미치지 못하는 만큼, 앞으로 추가 수정을 통해 더 적극적인 감축 방법을 찾아야 한다.
- 배출전망 조정에 따른 감축 효과: 가정·상업 부문 감축량(6450만톤)의 44%인 2850만톤, 공공·기타 부문 감축량(530만톤)의 15%인 80만톤은 배출전망 조정에 따른 감축 효과로서 온실가스 감축 로드맵에서 별도의 감축수단이 필요하지 않다. 이 감축효과는 BAU 배출량의 감소에 따른 자연감소를 의미한다고 볼 수 있는데, 배출전망 조정의 자세한 근거를 설명하는 것이 필요하다.
- 앞서 인용했던 Climate Action Tracker의 우리나라 온실가스 배출 경로와 우리나라 건물 부문 온실가스 배출량의 경로를 비교해 보았다(단, 전체 배출량에 대한 건물 부문 배출량의 비율을 CAT 전망에 적용했는데, 부문별 감축 비율이 다르므로 아래 그림이 정확하다고 할 수는 없다는 한계가 있다). 우리나라의 건물부문 배출량 전망치는 따로 자료가 없어서, 2014-2016년 평균이 로드맵의 2018-2020년과 같다고 가정했는데, 그 결과 건물 부문 배출량 감축경로는 역시 4도씨 온난화 경로와 비슷하다. 다른 보고서(Future Earth의 "Exponential Climate Action Roadmap")의 가정은 2020년 정점 대비 재대년까지 52% 감축인데, 우리나라는 2020년 정점 배출량이 많아서 2030년의 52% 감축 수준은 2도씨 온난화 경로보다 약간 더 높다.

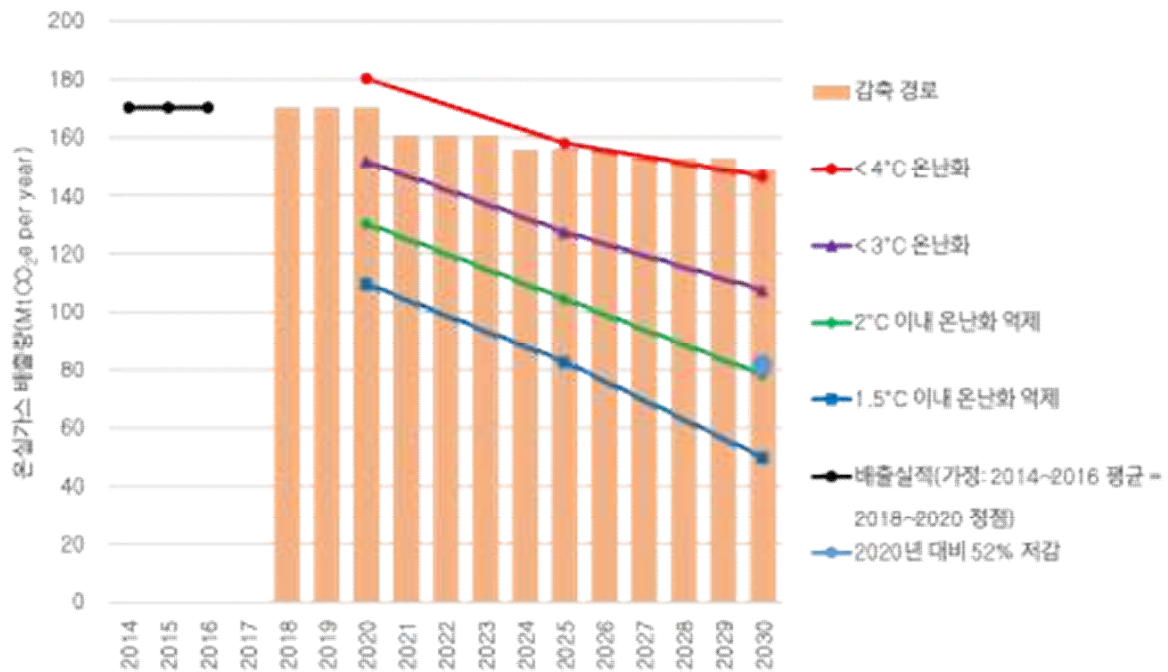


그림 2.2.2 건물 부문 온실가스 감축경로와 국제 기후변화 완화 목표 비교

국제 기후변화 완화 목표 가정 근거 출처: a. 온난화 경로 = Climate Action Tracker. (2018); 정점 대비 52% 저감 경로 = Falk et al.(2018).

- 가정·상업 부문 감축 목표의 기존안과 수정안 비교: 배출전망 조정에 따른 감축효과(전체 감축량 6450만톤의 44%인 2850만톤)를 제외하면, 2018년 수정안의 가정·상업 부문 감축량은 3610만톤으로서 기존 2016년 로드맵의 감축량(3580만톤)과 큰 차이는 없다.
 - 세부 수단별 감축량은 상당히 다르다. 기존안에서 고효율 건축물 보급을 통한 온실가스 감축 목표량이 1320만톤이었는데, 수정안은 신축건물 허가기준 강화로 550만톤, 기존건축물 에너지 성능향상에서 960만톤 등 총 1510만톤을 감축하는 것이 목표다. 반대로 설비효율개선 및 신재생에너지 보급 확대를 통한 온실가스 감축량은 기존안의 1910만톤에서 수정안 1520만톤으로 목표 수준이 줄어들었다. 대신, 수정안은 기존안보다 ICT에 의존하는 것으로 보인다. 건물에너지관리시스템(BEMS) 도입 등을 포함하는 건물에너지 정보 인프라 구축을 통한 소비 개선 유도를 통한 감축량이 기존안의 350만톤에서 대폭 증가한 580만톤이다.
- 공공·기타 부문 감축 목표의 기존안과 수정안 비교: 배출전망 조정에 따른 감축효과(전체 감축량 530만톤의 15%인 80만톤)를 제외하면, 공공·기타 부문의 감축목표는 수정안이 445만톤으로서 기존안의 360만톤보다 상당히 증가했다.
 - 세부 수단별 감축량을 보면, LED 조명과 가로등 보급을 통한 감축량 증가가 변화를 주도했다.

기준안은 LED 보급을 통한 온실가스 감축량 목표가 125만톤이었으나 수정안은 235만톤으로서 2배 가까이 증가했다.

- 반면 재생에너지 보급을 통한 공공·기타 부문 온실가스 감축 목표량은 기존의 145만톤에서 120만톤으로 17% 감소했다.
- 공공부문 건축물의 단열 성능 강화(신축) 및 그린리모델링(기존)을 통한 감축 목표는 기준안의 94만톤에서 수정안에서는 30만톤으로 약화되었다. 그 대신 수정안은 건축물에너지관리시스템(BEMS) 도입으로 온실가스 60만톤 추가 감축을 목표로 하고 있다.

표 2.2.2 건물 부문의 2030 온실가스감축로드맵 수정안과 기준안 비교

2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안(2018.7.)			2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵(2016. 12.)		
건물(가정·상업) 부문 전체 감축 목표(백만톤CO ₂ e)	64.5	(A)	건물(가정·상업) 부문 전체 감축 목표(백만톤CO ₂ e)	35.8	
			고효율 건축물 보급(제로에너지빌딩 의무화, 신축 건축물 허가기준 강화, 기존건축물 성능 향상 등)	13.2	
신축 건축물: 허가기준 등 정책강화	5.5		가정 부문: 친환경주택 설계기준 강화		2.69
			상업 부문: 단열일사 조절, 에너지 절감 신축 허가기준 강화		2.34
기존 건축물: 에너지 성능 향상	9.6		그린홈 개보수 사업		3.90
			그린리모델링 사업 확대		1.29
			노후건축물 성능진단 및 유지관리		3.00
설비효율개선 및 신재생에너지 보급확대	15.2		냉난방 설비 및 가전·사무기기 효율 개선, LED·신재생에너지 보급 확대	19.1	
			냉·난방기기 효율화		5.76
			가전·사무기기 효율 개선		5.43
			고효율 조명기기(LED 등) 100% 보급		3.40
			신재생에너지(지열·태양광 등) 활용		4.46
건물에너지 정보인프라 구축 및 소비개선 유도	5.8		건물에너지관리시스템(BEMS) 보급 확대, 에너지 소비량 및 절약 매뉴얼 정보 제공 등	3.5	
			BEMS 확산 기술 개발, 제도 기반 마련		1.04
			에너지사용량 모니터링을 통한 에너지 절약 유도		0.65
			정보 인프라 구축 및 정보 제공으로 에너지 사용 행태개선 유도		0.82
			에너지다소비·대형건축물 온실가스 감축제도(배출권거래제, 목표관리제)		0.98
주요 감축 수단 배출량 저감 합계	36.1	(B)			
배출전망 조정*	28.5	(A) - (B)			
공공·기타 부문 전체 감축 목표(백만톤CO ₂ e)	5.3	(C)	공공·기타 부문 전체 감축 목표(백만톤CO ₂ e)	3.6	
LED 조명과 가로등 보급	2.35		LED 조명 421 MW 보급 등	0.688	
재생에너지 설비 보급	1.2		LED 가로등 516 MW 보급 등	0.563	
공공부문 에너지목표 관리제 강화			공공건물 신재생에너지 설치의무화, 지자체 신재생에너지 설비 설치 보조금	1.449	
건축물 단열 강화	0.3		공공부문 목표관리제 추진		
건축물에너지관리시스템(BEMS) 도입	0.6		공공부문 신규건축물 단열 성능 강화, 기존 공공건축물 그린리모델링	0.94	
주요 감축 수단 배출량 저감 합계	4.45	(D)			
배출전망 조정*	0.8	(C) - (D)	* 배출전망 조정: GDP, 인구, 에너지가격, 과거배출추이 등의 종합적인 영향으로 감소		

2.3. 비슷한 해외 정책(온실가스 감축 로드맵, 기후변화대응 계획)과의 비교

파리협정(UNFCCC, 2015)은 유엔기후변화협약(UNFCCC)에 가입한 모든 국가가 2025~2030년까지의 기후변화대응계획을 담은 NDCs(Nationally Determined Contributions)를 2016년까지 제출하고, 2050년까지 내다보는 장기 온실가스 저배출 발전 전략(long-term low greenhouse gas emission development strategies)을 2020년까지 제출하도록 규정하고 있다. 이에 따라 파리협정에 서명한 195개국 중 대부분의 당사국(리비아, 니카라과, 시리아 등 3개국 제외)이 NDCs를 제출했으며, 일부 국가(캐나다, 독일, 멕시코, 미국, 베냉, 프랑스, 체코, 영국, 우크라이나, 마셜제도)는 2020년이 2년 남았지만 미리 장기 온실가스 저배출 발전 전략을 제출했다. 장기 발전 전략을 제출한 주요 국가들의 온실가스 감축 로드맵을 국가 전체 목표와 건물 부문 목표로 나누어 검토해 보았다.

2.3.1 주요국의 장기 온실가스 저배출 발전 전략

2.3.1.1 미국

□ NDC

- 온실가스 저감 목표: 2025년까지 2005년 수준 대비 온실가스 배출량 26~28% 감축.
- 주요 정책 수단: 온실가스 감축을 위한 법률(Clean Air Act, Energy Policy Act, Energy Independence and Security Act)
- 건물 부문 목표 및 정책
 - 목표: 2025년까지 연방정부 건물의 온실가스 배출량을 2005년 대비 40% 감축 등
 - 정책: 29종의 전기기기에 대한 에너지 절약 기준, 가정·상업용 건물의 에너지 효율 기준, 연방 정부 건물의 온실가스 배출량 저감

□ 장기 온실가스 저배출 발전 전략(The White House, 2016)

- 온실가스 저감 목표: 2050까지 2014년 대비 온실가스 배출량 80% 감축
 - 저탄소 에너지 시스템으로 전환: 에너지 낭비 감축, 전력시스템 탈탄소화, 청정 전력 보급, 교통·건물·산업 부문의 저탄소연료 보급

- 산림, 토양, 이산화탄소 제거 기술로 탄소 격리: 지상 흡수원에 저장·격리되는 탄소를 늘리고, 바이오에너지 탄소포획저장(BECCS, bioenergy with carbon capture and storage)과 같은 이산화탄소 제거 기술을 보급하여 ‘네거티브 배출’ 실현
- 기타 온실가스(non-CO₂) 배출량 감축: 화석연료 생산, 농업, 폐기물, 냉매 등에서 발생하는 메탄, 아산화질소, 불소 가스(F-gases) 배출량 저감

○ 건물 부문 목표 및 정책

- 목표
 - ▶ 에너지 효율화: 조명, 건축물 외피, 건물 에너지 시스템의 에너지 효율 개선; 신축건물은 더 조밀(compact)하고 에너지효율이 높게 설계.
 - ▶ 최종에너지 소비의 전력화: 전력망의 탈탄소화를 전제로 건물에서 최종에너지의 형태를 전기로 수렴; 특히 난방 및 온수 공급 기자재의 전력화
- 도입 정책
 - ▶ 건물 에너지 절약기준, 가전제품 에너지효율기준, 연구·개발·실증·확산(RDD&D), 단열시공(weatherization) 지원, 에너지 소비량 측정, 에너지 효율화 세금 공제, 인력 양성 등
- 도입 기술
 - ▶ 냉난방: 전기 히트펌프로 냉난방, 지구온난화지수(GWP)가 큰 냉매 사용 중지, 지열 히트펌프 개선, 태양 열 온수기 개선
 - ▶ 건물 관리 시스템: 빌딩 에너지 시스템 통합 관리(창호와 조명 동시 조절, 실내 활동인구탐지 등), 수요관리(DSM)와 전력망 연동, 건물에서 재생에너지 또는 열병합설비 발전
 - ▶ 기타: 건물 외피 및 창호의 단열성능 개선, 창호의 햇빛 입사량 자동 조절 시스템 개선, LED 단가 및 성능 개선, 각종 전력 수요(휴대폰 충전기 등) 감축

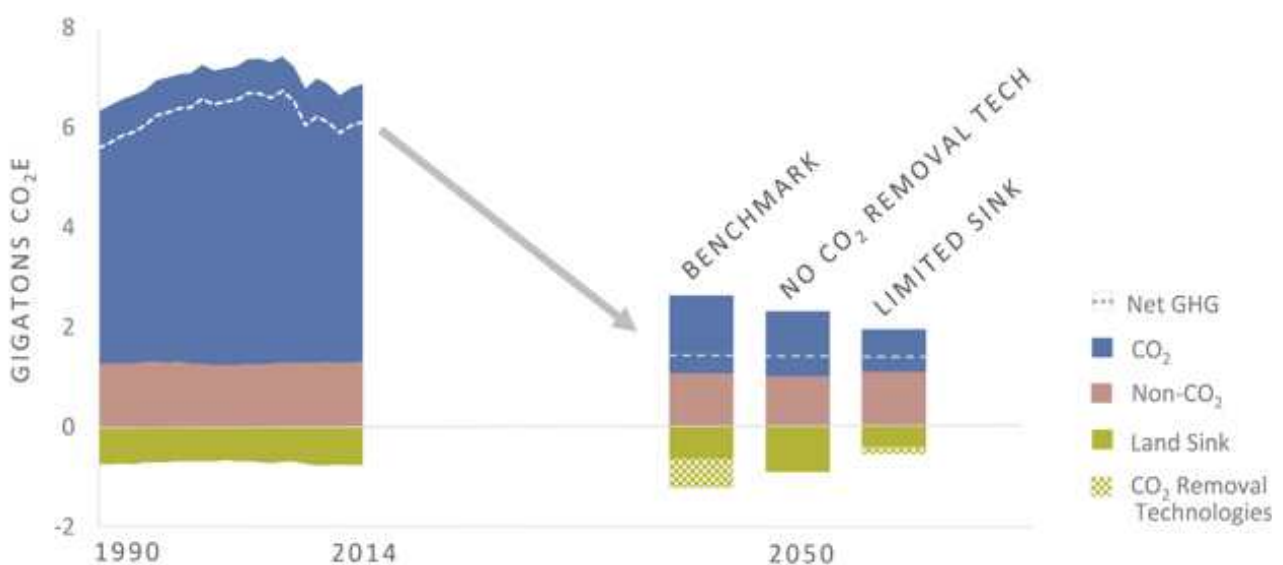


그림 2.3.1 미국 장기 온실가스 저배출 발전 전략

2.3.1.2 영국

□ NDC(유럽연합의 NDC)

- 온실가스 저감 목표: 2030년까지 1990년 수준 대비 온실가스 배출량 40% 감축.
 - 2017년부터 패시브 수준 설계기준 도입
- 주요 정책 수단: EU 회원국의 자체 NDC
- 건물 부문 목표 및 정책: 별도 언급 없음

□ 장기 온실가스 저배출 발전 전략(BEIS, 2018)

- 온실가스 저감 목표: 2050년까지 온실가스 배출량을 1990년 대비80% 감축(1인당 14톤에서 2톤으로 저감)
 - 2018년부터 2032년까지는 4년 단위로 감축 목표량 명시
- 건물 부문 목표 및 정책
 - 목표
 - ▶ 건물 온실가스 배출량 감축; 2050년까지 공공부문 건물 온실가스 배출량 제로(near zero)화
 - 도입 정책
 - ▶ 공공·상업용 건물 효율 개선: 건물 에너지 효율 기준 강화, 상업용 임대건물 에너지 효율 기준
 - ▶ 가정용 건물: 2020년까지 모든 주택에 지능형계량기 설치, 스마트그리드 시범 운용 및 소비자 행동 데이터베이스 구축을 통해 온실가스 감축 잠재량 추산, 2020년대 중에 석탄·석유 난방 중단
 - ▶ 보일러 효율 기준("Boiler Plus") 도입: 가스 보일러 최저 열효율 92% 등
 - 도입 기술
 - ▶ 전력화 경로: 전체 건물의 80%에 전기 난방, 20%에 저탄소 지역난방 도입
 - ▶ 수소 이용 경로: 건물 난방에 수소 사용, 기존의 천연가스 시설을 수소 보급에 이용
 - ▶ 네가티브 배출 경로: 전체 건물의 60%에 저탄소 전기 난방, 20%에 저탄소 지역난방 도입

2.3.1.3 독일

□ NDC(유럽연합의 NDC): 내용은 영국과 같음

□ 장기 온실가스 저배출 발전 전략(BMU, 2016)

- 온실가스 저감 목표: 2050년까지 1990년 대비 온실가스 배출량 80~95% 감축
 - 중간 점검 목표: 2030년까지 1990년 대비 온실가스 배출량 55~56% 감축

○ 건물 부문 목표 및 정책

- 목표

- ▶ 2030년까지 1990년 대비 온실가스 배출량 66~67% 감축
- ▶ 2050년까지 온실가스 순배출량 0(zero)
- ▶ 온실가스 감축과 저렴한 주택 공급을 동시에 달성

- 도입 정책 및 기술 1: 2050년까지 건물 부문 기후중립화

- ▶ 기존 재정지원: 이산화탄소 건물 재생 프로그램, 재생에너지 장려 시장 유인 제공 프로그램
- ▶ 제로에너지건물 기준(2021년 도입) 단계적 강화
- ▶ 건물 에너지 효율 기준(Efficiency House Plus)에 따라 태양열 난방을 난방관에 연결: 남은 태양열 에너지를 에너지 효율이 낮은 건물에 공급하면 보너스 제공
- ▶ 난방에너지의 재생에너지 공급 비율 의무화: 2030년까지 단계적으로 강화
- ▶ 건물주가 원할 경우 건물의 에너지효율 등급 부여
- ▶ 2050년까지 건물의 기후중립화 목표 달성을 위한 건물리모델링 로드맵을 자발적으로 작성: 정부에서 유인책 제공 도입 검토
- ▶ 화석에너지 기반의 난방시설 교체 지원 중단(2020년까지), 재생에너지 난방 재정지원 개선: 비주택건물의 공조, 난방, 조명에 필요한 냉난방 에너지와 전력을 재생에너지로 공급하여 탈탄소화 실현

- 도입 정책 및 기술 2: 지속가능한 건물

- ▶ 지속가능한 건축재·단열재 이용 강화: 자재의 생애주기 영향 평가 고려
- ▶ 조립식 건물, 다세대 건물 지원

- 도입 정책 및 기술 3: 미래의 마을, 도시, 지역

- ▶ 기후 대책 강화와 지역의 호감도 제고를 동시에 달성: 공간계획, 실험 건축, 도시계획 통합 프로그램 (Experimenteller Wohnungs- und Städtebau, “ExWoSt”) 시행, ICT 기술의 유용성 검토, 인구구조 변화의 불확실성을 고려한 탄력적 지역계획

- 도입 정책 및 기술 4: 부문간 연계 및 지역난방

- ▶ 건물, 교통, 에너지산업 부문 연계: 건물 인근에서 생산한 전력으로 전기차 충전, 공장 폐열 또는 열병합발전으로 인근 건물 난방, 대용량 히트펌프·태양열시스템으로 지역난방
- ▶ 정부 주도의 온실가스 저배출 난방시스템 연구·개발·상품화: 잉여 재생에너지 전력을 용도에 맞게 기체 또는 액체 에너지로 변환(“power-to-gas” or “power-to-liquid”)하는 저온 지역난방 등
- ▶ 새로운 에너지망과 부문별 연계를 실험하는 모델 지구를 강화하고 평가

2.3.1.4 프랑스

□ NDC(유럽연합의 NDC): 내용은 영국과 같음

□ 장기 온실가스 저배출 발전 전략(MEDDE, 2015)

- 온실가스 저감 목표: 2050년까지 1990년 대비 온실가스 배출량 75% 감축
 - 중간 점검 목표: 2028년까지 1990년 대비 온실가스 배출량 40% 감축(2015~2028년 기간 동안 4년마다 중간 목표[허용가능한 최대 온실가스 배출량으로서 “탄소 예산”으로 부름] 달성 점검)
- 건물 부문 목표 및 정책
 - 목표
 - 2013년 수준과 비교해서 온실가스 배출량을 2028년까지 54%, 2050년까지 87% 감축
 - 2050년 주택 부문 온실가스 배출량을 1990년 수준 대비 85% 감축
 - 도입 정책 1: 건물을 통한 온실가스 감축
 - 모든 건물: 에너지소비행태 및 전력 소비 관리 개선: EU 에너지기준 시행, 소비자 행태 정보 시스템 강화, 통신망을 통해 저효율 기기 식별, 지능형계량기 보급 등
 - 기존건물: 2050년까지 모든 건물을 저소비 건물(BBC) 기준에 맞게 에너지 성능개선(energy retrofit) 강화(건물 외피 개량, 냉난방·온수·공조·취사 등의 에너지·기후 효율 개선), 2017년부터 매년 50만호 리모델링, 석탄·석유 난방시설을 온실가스 저배출 시설로 대체
 - 신축건물: 생애주기분석을 통한 건물 부문 온실가스 배출량 감축, 강화된 에너지 성능 목표(“BEPOS” [bâtiment à énergie positive], 일종의 액티브 하우스 기준) 적용, 광범위한 재생에너지 도입
 - 도입 정책 2: 건물 관리를 통한 온실가스 감축
 - 신축 및 개축 시 건물의 생애주기에 걸친 환경영향(특히 온실가스 배출량) 기준 시행: 건축 과정 및 건물 이용 단계를 모두 고려한 건축물 열 관리 기준 갱신, 각 지역에서 나오는 바이오 소재를 사용한 온실가스 배출량 및 폐기물 발생량 저감
 - 도입 정책 3: 건축 개발업자가 에너지 효율을 높이고 온실가스 배출량을 줄이도록 유도
 - 소규모 자영업자가 에너지 성능을 개선하고 온실가스 배출량을 줄이도록 유인책 제공
 - 저소득 가정의 에너지 효율화 시공 지원을 통한 에너지빈곤 완화
 - 간단하고 일관성 있으며 장기적으로 안정된 추가 유인책 제공
 - 금융권과의 협력으로 재원조달 용이화
 - 에너지전환 지원 기금 도입
 - 사회적 주택(사회적 약자를 위한 공공성 강한 주택) 부문 장기 유인책 확립
 - 개인별 난방요금, 에너지 요금에 연계하여 탄소세 부과
 - 도입 정책 4: 저탄소 경제를 위한 인력 양성
 - 저탄소 건축 및 개축 자재(특히 목재 등의 바이오 자재)의 지역 내 유통망 확보
 - 건설 폐기물 재활용 프로그램 유도
 - 건설 관련 인력 양성 기업(기관)의 신뢰도 확보, 인력 양성 기준 지원
 - 기술, 법규, 금융 등 모든 부문에서 적절성, 품질, 비용효과성을 확보하는 종합 건물개조 프로그램 개발
 - 공공 건물에서 모범사례를 만들어 건물 부문 전체에 확산
 - 도입 정책 5: 지식 확산, 연구와 혁신 지원

- ▶ 에너지 소비와 그 변화에 관한 이론과 실제 사이의 차이를 파악
- ▶ 기술 혁신 프로그램(PREBAT [Programme de Recherche et d'Expérimentation sur l'Energie dans le Bâtiment, 건물에너지 연구·실험 프로그램], 미래투자 프로그램 등) 지원
- ▶ 에너지 효율 시공의 걸림돌인 석면을 처리하는 방법에 관한 새로운 정책 시행
- ▶ 건설 부문의 디지털화
- 도입 정책 6: 모니터링
 - ▶ 건물 모니터링: 기존 건물의 건물 개조(에너지 효율화 시공 등) 규모·종류·효율, 신축 건물의 에너지 소비량
 - ▶ 정부 정책 모니터링: 시행의 효과를 관찰하면서 정책 수단 조정 가능

2.3.1.5 캐나다

□ NDC

- 온실가스 저감 목표: 2030년까지 2005년 온실가스 배출량의 30% 감축
 - UNFCCC의 온실가스 외에 극지 온난화에 영향을 미치는 검댕(black carbon)도 감축
- 건물 부문 목표 및 정책: 청정연료 기준 도입, 2030년까지 신축 건물에 에너지수지 제로(net-zero energy) 건물 기준 도입, 새로운 건물개량 기준에 따라 기존 건물 개조, 건물의 에너지 성능을 사업자와 소비자에게 제공, 전기 기기의 에너지 효율 개선

□ 장기 온실가스 저배출 발전 전략(Government of Canada, 2016)

- 온실가스 저감 목표: 2050년까지 온실가스 배출량을 2005년 수준 대비 80% 감축
 - 발전 전략 수립 과정에서 경제와 에너지가 고도로 통합되어 있는 같은 북아메리카 대륙의 미국, 멕시코와 긴밀히 협력
- 건물 부문 목표 및 정책
 - 목표 청정전력을 이용한 건물 부문 온실가스 배출량 감축(아래 그림 참조)
 - 도입 정책 및 기술
 - ▶ 청정전력을 이용한 냉난방 기기(전기 구동 지열·공기열원 히트펌프) 도입 주택 확대
 - ▶ 태양광의 주택 도입 확대(BIPV 도입)
 - ▶ 재생가능 천연가스(매립지, 농업 부산물, 축산업, 하수처리시설, 산림 폐기물 등에서 추출)를 이용한 난방 및 전력 공급
 - ▶ 연방, 주, 도시의 건물에너지 효율 기준: 건물 부문의 전력화를 건물 에너지 효율화(기밀성 확보, 고효율 건축 자재, 패시브 난방, 단열, 흰색 지붕, 3중유리창 등) 및 고효율 기기(히트펌프, 콘덴싱 보일러, 고효율 냉방, 고효율 조명 및 가전기기, 지능형 온도계, 에너지 관리 시스템 등) 도입과 함께 실현
 - ▶ 가정·상업용 건물에 온실가스를 배출하지 않는 연료로 지역난방 공급

- 건물 부문에 생애주기평가를 통해 종합적인 환경영향을 정량화하여 지속가능한 형태로 설계
- 에너지 효율이 낮은 기존 건물의 에너지 성능 개선
- 지능형 지속가능 도시 건설: 지역 내 재생에너지 생산, 폐열 및 유기농 폐기물을 이용한 지역난방
- 정부의 온실가스 저배출 운영 및 조달정책 개선을 통한 솔선수범(lead-by-example): 2030년까지 정부 온실가스 배출량을 2005년 수준 대비 40% 감축, 연방정부 일부 부문(Public Services와 Procurement Canada) 소비 전력의 100%를 재생에너지로 공급, 일부 주(브리티시 컬럼비아, 퀘벡, 온타리오)는 탄소 중립 운영 목표 채택, 녹색제품 조달, 기존 정부 건물의 에너지효율화 시공, 탄력적인 재택근무를 통한 에너지 소비 절감 등

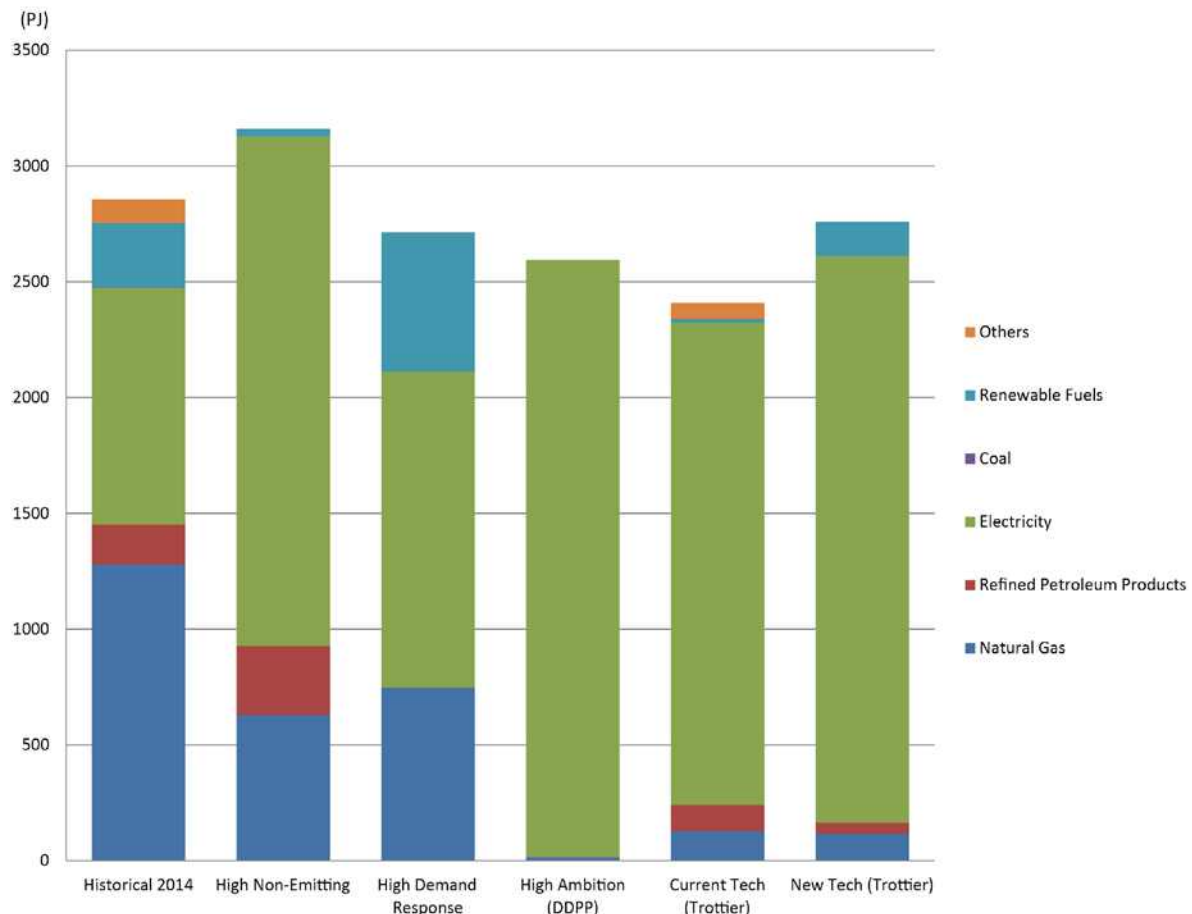


그림 2.3.2 5가지 시나리오에 따른 캐나다 건물 부문의 2050년 에너지원별 소비 비중

참고: 전력의 비중: High Non-Emitting = 70%, High Demand Response = 50%, High Ambition (DDPP, Deep Decarbonisation Pathways Project) = 99%, Trottier Institute의 2가지 시나리오 = 86~89%.

2.3.1.6 주요국 장기 온실가스 저배출 발전 전략과 우리나라 건물 부문 정책

이번 연구에서 검토한 주요 국가들은 대개 장기 온실가스 저배출 발전 전략 2050년의 온실가스 배출량을 1990년(혹은 2005년)과 비교해서 75~95% 감축하는 것을 목표로 하고 있다. 아직

법적인 의무는 아니지만, 독일은 심지어 2030년까지도 1990년의 55~56% 감축하겠다고 문서화했다.

건물부문은 냉난방 분야의 획기적인 온실가스 배출량 감축을 위해 전기 히트펌프, 지열 히트펌프로 기존 설비를 대체하고, 냉매 또한 지구온난화지수가 낮은 대체물질을 사용한다. 건물외피와 창호의 단열 성능 또한 개선하는 것이 목표다. 조명 시설은 LED로 대체한다. 재생에너지 발전 및 수요반응관리와 결합한 건물 에너지 전력화도 추진할 예정이다. 공공 부문 건물에서 선도적으로 에너지 효율 개선을 도입하는 것도 특색이다.

주요국의 장기 온실가스 저배출 발전 전략은 국가 차원의 온실가스 배출량 감축 목표는 매우 적극적이고 파리협정의 국제 기후변화 대응 목표 수준에 근접한다. 그러나 건물 부문 대책의 각론을 살펴보면, 목표로 하는 온실가스 저감 수치는 참고할 만하지만 뒷받침하는 도입 기술이나 정책의 구체성이 부족하다. 우리나라의 장기 건물 부문 에너지 수요 저감 및 온실가스 배출량 감축 경로는 국외 사례를 참고하되 IPCC의 과학적 분석이나 선진국 중심의 대안을 제시한 IEA의 시나리오에서 권고(다음 절에서 분석)하는 현실적인 기술과 정책을 우선적으로 시행할 것을 제안한다.

2.3.2 건물 부문의 기후변화 대응을 위한 주요 국제기구의 권고

2.3.2.1 건물 부문의 기후변화 완화 기여를 위한 IPCC의 권고

IPCC의 제3실무그룹은 제5차 평가보고서에서 건물 부문의 기후변화 완화 기여 방법을 아래 표와 같이 제시하고 있다(Lucon et al., 2014). ‘탄소 효율’은 재생에너지를 중심으로 하는 저탄소 연료로의 전환을, ‘기술의 에너지 효율’은 건물 외피 개선과 기기/설비 효율 개선을, ‘시스템/기반시설 효율’은 제로에너지빌딩을 목표로 하는 건물 에너지기준강화, 에너지 공급기술 교체, 도시계획과 건축계획의 통합을, ‘서비스 수요감축’은 행동과 생활양식 변화 등을 온실가스 배출량 저감 방법으로 제시하고 있다.¹⁾

표 2.3.1 건물 부문 기후변화 완화 수단

	탄소 효율	기술의 에너지 효율	시스템/기반시설 효율	서비스 수요감축
완화 방법	건물일체형 재생에너지(BiRES, BiPV).	고효율 건물 외피(HPE). 고효율 가전기기(EA). 고효율 조명(EL).	패시브 하우스 기준(PH). NZEB 건물: 에너지 최소 사용(nearly zero	행동변화(BC). 생활양식 변화(LSC). 지능형 계측.

1) 각 기후변화 완화 수단의 온실가스 배출량 감축 잠재 수준도 제시하고 있는데, 대개의 수치가 2050년 기준이다. 우리나라의 2030년 온실가스 감축 로드맵에서 참고해야 할 건물부문의 세부적인 온실가스 배출량 잠재량은 다음 절에서 소개하는 국제에너지기구(IEA) 보고서 분석에서 분석한다.

	탄소 효율	기술의 에너지 효율	시스템/기반시설 효율	서비스 수요감축
	저탄소 연료(전력 등)로 연료전환. 할로카본 배출량 감축을 위한 천연냉매 사용. 차세대 바이오매스 난방·급탕기기.	고효율 난방·환기·공기조절(e HVAC) 시스템. 건물 자동화 및 제어 시스템(BACS). 자연광 조명, 히트펌프, 건조기후지역에서 간접 증발 냉방으로 외기 이용 냉방(chillers) 대체, 차세대 디지털 건물 자동화 및 제어 시스템, 지능형계량기 및 스마트그리드. 태양광을 활용한 건식 제습	energy), 에너지 순소비량 제로(net zero energy), 에너지 순생산(plus energy) 건물. 에너지 절약형 건물의 통합설계(IDP). 도시 계획(UP). 지역 냉난방(DH/C). 빌딩 커미셔닝(C). 차세대 건물제어시스템. 고효율 분산에너지시스템, 열병합발전, 삼중병합발전, 부하 평준화(시간대별 전력차 이용), 주간 열에너지 저장, 선진화된 관리. 스마트그리드. 폐열 활용.	
에너지 소비량 절감 및 온실가스 배출량 저감 잠재량(BAU 대비)	지붕형 태양전지 설치로 전력 생산: 에너지 절감: BAU 대비 -15~-58%	BAU 대비 에너지 절감: -9.5%~-68%. 차세대 가전기기의 에너지절감: 오븐: -45%; 전자레인지: -75%; 식기세척기: 최대 -45%; 세탁기: -28% (2030년까지, 세계); 의류건조기: 효율 2배 이상 향상; 에어컨: -50~-75%; 천정 선풍기: -50~-57%; 업무용 컴퓨터/모니터: -40%; 순환수식 냉난방 펌프: -40% (2020년까지, EU); 가정용 온수기: 효율 4배 향상; 연료 절약: -30~-60%; 차세대 바이오매스 난방·급탕기기 사용으로 실내 공기질 개선(개방 취사 대비): -80~-90%.	BAU 대비 이산화탄소 배출량 저감: -30~-70%. PH & NZEB(기존 건물대비): -83% (가정용 난방에너지), -50% (상업용 냉난방 에너지); 심층 건물성능개선(DR): -40~-80% (가정용, 유럽); IDP: 최대 -70% (2050년까지 최종에너지); 세계 건물 부문 최종에너지 수요 저감 잠재량: -5%~-27% (통합평가모형), -14%~-75% (상향식 모형). 건물 용도별 에너지 저감: (i) 단독주택: -50~-75% (총에너지 소비량); (ii) 공동주택: -80~-90% (실내 난방 수요); (iii) 개발도상국 다가구주택: -30% (냉방 에너지), -60% (난방 에너지);	BAU 대비 에너지 절감: -20~-40%. LSC: 전력 소비량의 약 -40%.

	탄소 효율	기술의 에너지 효율	시스템/기반시설 효율	서비스 수요감축
			(iv) 상업 시설: -25%~-50% (HVAC 전체), -30~-60% (조명 개선).	
비용효과성	-	각 수단별 성능개선: 절감에너지비용(CCE): 0.01~0.10 USD2010/kWh. 고효율 가전기기: CCE: ~0.09 USD2010/kWh/yr.	PH 및 NZEB(신축건물, EU 와 미국): CCE: 0.2~0.7 USD2010/kWh; DR(성능개선으로 에너지60~75% 절감): CCE: 0.05~0.25 USD2010/kWh.	
공동편익(CB), 부작용(AE)	CB: 에너지 안보, 에너지 보조금 감소, 보건 및 환경 편익			
	CB: 고용효과, 건물 자산가치 상승, 에너지빈곤/연료빈곤 완화. AE: 에너지접근, 연료 빈곤	CB: 고용, 에너지빈곤/연료빈곤 완화, 생산성/경쟁력 향상, 건물 자산가치 상승, 삶의질 개선. AE: 반등(rebound) 효과, 고착(lock-in) 효과	CB: 고용 효과, 생산성/경쟁력 향상, 건물 자산가치 상승, 삶의질 개선. AE: 반등 효과, 기존건물대비 저에너지건물의 생애주기 에너지 소비량 감소.	
주요 장애물	최적화되지않은 수단, 기존 연료에 대한 보조금	거래비용, 자금 조달, 주인-대리인 문제, 시장 파편화와 제도의 구조, 성과 평가 부실	에너지와 사회기반시설의 고착 효과, 경로의존성. 시장 파편화와 제도의 구조, 규제 적용 미흡.	부정확한 정보, 위험 회피, 인식 및 행동 경향, 인식 부족, 숙련 인력 부족
주요 정책	탄소세, 소규모 발전원까지 발전차액지원제도 확대, 재생에너지에 연성대출 제공	공공 조달, 가전기기 효율 기준, 세금 감면, 연성대출	건물 효율 기준, 우대 대출, 자금 조달 시 보조금 제공, ESCOs, 에너지성과계약(EPCs), 공급자 의무제도, 에너지공급자효율향상 의무제(white certificates), 도시계획에 IDP 적용, 단일 정책보다는 종합정책 중요시.	인식향상, 교육, 에너지 감사, 에너지효율 등급표시, 건물 인증 및 등급평가, 에너지세 또는 탄소세, 개인 탄소배출권

출처: Lucon et al.(2014).

건물 부문의 기후변화 대응을 위한 IPCC의 가장 최근 권고는 10월 8일에 공개된 「지구온난화 1.5℃ 특별보고서」(IPCC, 2018)에 간단히 소개돼 있다. 영문 제목의 일부에 있는 표현(Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels)을 줄여서 SR15로도 불리는 이 보고서 2℃, 1.5℃ 온난화에 대한 건물부문 시나리오를 분석했다.

특히 중요하게 분석한 시나리오는 2개인데, 석유기업 Shell(2018)의 시나리오(“Shell-Sky”)와

국제에너지기구(IEA, 2017)의 3가지 시나리오다. Shell-Sky는 2°C 미만 온난화 확률이 85%가 되는 경로를 분석했는데, 2030년의 건물 부문에 대한 자세한 수치는 찾을 수 없었다. 이에 반해 IEA의 시나리오는 건물 부문의 기후변화 대응에 많은 아이디어를 제공하므로 다음 절에서 자세히 소개한다.

2.3.2.2 건물 부문의 기후변화 완화 기여를 위한 국제에너지기구의 권고

국제에너지기구(International Energy Agency, IEA)에서 2017년 발표한 에너지기술관점(Energy Technology Perspectives 2017)의 3가지 시나리오(“RTS”, “2DS”, “B2DS”; 아래의 표 참고)는 경제 전 부문에서 2°C와 1.5°C 온난화 시나리오를 검토했는데, 특히 건물 부문에 대해서는 연도별로 구체적인 수치로 NDC와 대안 시나리오를 비교하면서 온난화 억제 방안을 설득력 있게 제시한다.

표 2.3.2 국제에너지기구 에너지기술관점 2017의 미래 기후변화 시나리오

시나리오	주요 가정
RTS(Reference Technology Scenario)	NDC 적용
2DS(2°C Scenario)	2°C 미만 온난화 확률 50%
B2DS(Beyond 2°C Scenario)	1.75°C 미만 온난화 확률 50% IPCC의 SR15에 비해 CDR 등(BECCS 등)을 최소로 가정하여 부문별 완화 대책이 강력하기 때문에 1.5°C 정책에 참고

출처: IEA(2017).

우선 IEA의 분석에 따른 건물 부문의 최종에너지 에너지원별 소비량을 살펴보자. 건물 부문 최종에너지 소비량 전망에서 놀라운 점은 시나리오별로 총소비량의 차이가 미미하다는 것이다. 이것은 2DS나 B2DS 시나리오의 목표가 소극적이기 때문이 아니고, 개발도상국 중심으로 인구가 많이 증가하기 때문이다. 하지만 화석연료 소비량을 급격히 저감함으로써 온실가스 배출량을 감축하려는 시나리오다. 그 대신 전력·열·재생에너지 공급량이 증가하는 것을 볼 수 있다.

표 2.3.3 건물 부문 최종에너지 에너지원별 소비량

최종에너지 소비량(PJ ²)					RTS(NDC) 대비 변화량				
	2014	2030				2014	2030		
		RTS	2DS	B2DS			RTS	2DS	B2DS
석탄	5,733	4,440	4,233	4,201	석탄	1.291	1.000	0.953	0.946
석유	13,201	12,860	12,286	11,479	석유	1.027	1.000	0.955	0.893
천연가스	25,830	26,813	25,457	24,432	천연가스	0.963	1.000	0.949	0.911
전력	38,228	43,129	41,835	41,724	전력	0.886	1.000	0.970	0.967
열	6,393	7,008	6,935	6,956	열	0.912	1.000	0.990	0.993
재생에너지	3,857	4,978	5,163	5,245	재생에너지	0.775	1.000	1.037	1.054
전통 바이오매스	29,802	30,190	30,082	30,082	전통 바이오매스	0.987	1.000	0.996	0.996
합계	123,044	129,419	125,991	124,119	합계	0.951	1.000	0.974	0.959
1인당 최종에너지(MWh)	4.712	4.600	4.207	3.898	1인당 최종에너지	1.024	1.000	0.914	0.847

출처: IEA(2017).

이번에는 RTS(NDC) 시나리오와 비교하여 건물부문 누적 최종에너지 절감량은 어느 부문에서 비롯되는지 분석했다. 이에 따르면 시나리오에 관계 없이 난방 분야의 에너지 절감 잠재량이 가장 큰 것을 알 수 있다. 난방 분야의 잠재량은 2DS보다 B2DS 시나리오에서 증가한다. B2DS 시나리오에서는 최종에너지 소비를 더 줄여야하고 온난화에 따른 난방수요 증가로 인해 그 만큼 잠재량은 커지는 것으로 보인다. 동시에 더 야심찬 기후변화 완화 시나리오에서 난방에 고효율 공기열 히트펌프(Air-Source Heat Pumps, ASHP)의 역할이 더 기대되는 것도 이유가 된다. 절대량에서는 냉난방 분야보다 적지만, 기후변화 완화 목표가 강화될수록 온수·조명 분야의 잠재 절감량이 증가하는 것도 정책 수립 시 참고해야 하겠다.

2) PJ (petajoule) = 10^{15} J $\approx$ 23885 toe

표 2.3.4 RTS(NDC) 대비 건물부문 누적 최종에너지 절감량

최종에너지 소비 절감량(PJ)					수요 분야별 절감 기여도				
2DS	2014	2020	2025	2030	2DS	2014	2020	2025	2030
난방	0	-9877	-18628	-44675	난방	0	47.7%	49.6%	50.2%
냉방	0	-615	-3343	-9240	냉방	0	7.6%	8.9%	10.4%
온수	0	-1025	-3932	-6005	온수	0	12.6%	10.5%	9.0%
조명	0	-717	-3273	-7234	조명	0	8.8%	8.7%	8.1%
취사	0	-145	-981	-2832	취사	0	1.8%	2.6%	3.2%
가전기기	0	-310	-1963	-5544	가전기기	0	3.8%	5.2%	6.3%
기타	0	-1433	-5421	-11330	기타	0	17.6%	14.4%	12.7%
B2DS	2014	2020	2025	2030	B2DS	2014	2020	2025	2030
난방	0	-5814	-27251	-66044	난방	0	46.5%	44.3%	43.6%
냉방	0	-1649	-8738	-21522	냉방	0	13.2%	14.2%	14.2%
온수	0	-1186	-6168	-16436	온수	0	9.5%	10.0%	10.8%
조명	0	-1520	-7740	-18298	조명	0	12.2%	12.6%	12.1%
취사	0	-317	-2286	-6853	취사	0	2.5%	3.7%	4.5%
가전기기	0	-584	-3633	-10306	가전기기	0	4.7%	5.9%	6.8%
기타	0	-1433	-5642	-12085	기타	0	11.5%	9.2%	8.0%

출처: IEA(2017).

다음으로, B2DS 시나리오의 건물 부문 기후변화 완화 기술 중 에너지 소비 절감 수단별 기여 수준(RTS 대비)을 분석했다. 시간이 흐를수록 ‘기술 교체’의 영향이 증가했다. 건물은 한 번 짓고 나면 기술 교체가 어렵고, 지역난방 등은 도시계획과도 연계되므로 신중하면서도 과감한 정책 도입이 필요함을 역설하는 결과다. 물론 ‘기기/설비 효율 개선’과 ‘건물 외피 개선’의 최종에너지 소비량 절감 기여도가 매우 큼을 알 수 있다. 동시에, 반대로 생각하면, 우리나라의 온실가스감축 로드맵 등을 고려한RTS(NDC) 시나리오의 건물 부문 에너지 소비량 절감 목표가 기후변화 완화에는 크게 미치지 못한다고도 할 수 있다.

표 2.3.5 시나리오의 에너지 소비 절감 수단 B2DS 별 기여 수준(RTS 대비)

최종에너지 소비 절감량(PJ)					B2DS 절감 수단별 RTS 대비 절감량 비율				
	2014	2020	2025	2030		2014	2020	2025	2030
건물 외피 개선	0	-3,377	-6,542	-9,912	건물 외피 개선	0	24.2%	23.1%	23.7%
기기/설비 효율 개선	0	-4,949	-8,893	-12,133	기기/설비 효율 개선	0	35.5%	31.4%	29.0%
기술 교체	0	-4,054	-9,433	-14,887	기술 교체	0	29.0%	33.3%	35.5%
기타	0	-1,576	-3,480	-4,960	기타	0	11.3%	12.3%	11.8%

출처: IEA(2017).

그런데 이러한 기술적 개선만으로는 부족하다. 건물부문에서 소비하는 최종에너지는 화석연료가 중심이 아니기 때문이다. 다음의 표를 살펴보자. B2DS 시나리오에서 분석한, 건물 부문 CO₂ 배출량 저감 수단별 기후변화 완화 기여 수준이다. 시나리오별로 그 차이가 미미했던 최종에너지 소비량에 비해, 이산화탄소로 대표되는 온실가스 배출량은 RTS에 비해 B2DS에서는 막대한 양을 저감해야 함을 알 수 있다. 하지만 여기서 더 주목해야 하는 결과는 최종에너지의 이산화탄소 배출량 저감 잠재량 중에서 전력 공급 방법 선택의 영향력이 계속 증가한다는 것이다. 즉, IEA는 전력의 저탄소화 또는 탈탄소화가 건물 부문의 온실가스 배출량 감축에서 핵심 정책이 될 것으로 예측하고 있다.

표 2.3.6 B2DS 시나리오의 CO₂ 배출량 저감 수단별 기여 수준(RTS 대비)

이산화탄소 배출량(GT CO ₂)					B2DS 저감 수단별 RTS 및 배출량 정점 대비 저감량 비율							
	정점 (2013)	2020	2025	2030			2014	2020	2025	2030		
RTS	9,534	9,042	9,153	9,279								
B2DS		8,137	6,855	5,050								
직접 저감량		528	1,387	2,442	직 접	건물 외피 개선	0	14.9%	14.1%	13.0%		
건물 외피 개선		135	324	548			저 감 량	기기/설비 효율 개선	0	18.5%	18.0%	15.7%
기기/설비 효율 개선		168	414	654					기술 및 연료 교체	0	24.9%	28.3%
기술 및 연료 교체		225	649	1,230								
간접 저감량(발전 부문)		378	910	1,787	간접 저감량(발전 부문)		0	41.6%		39.6%	42.3%	
정점 배출량 대비 저감 비율		14.6%	28.1%	47.0%								
RTS 대비 총저감량비율		10.0%	25.1%	45.6%								
RTS 대비 직접 저감량 비율		5.8%	15.2%	26.3%								

출처: IEA(2017).

저탄소 전력의 잠재량, 즉 위의 표에서 말하는 ‘간접 저감량’의 잠재량이 직접 저감량보다 큰 것은 무엇 때문일까? 미국의 국립재생에너지연구소는 최근 건물 부문 최종에너지를 대부분 전력으로 충족하는 기술과 시나리오를 연구 중인데, 건물 부문 전력화의 필요성은 다음과 같이 3가지로 요약할 수 있다(Deason et al., 2018). 첫째, 공기열원 히트펌프(air-source heat pump space heating/cooling, ASHP)의 잠재력에 대한 기대가 크다. ASHPs는 구동을 위해 필요한 전기에너지보다 2~4배의 열을 공급(즉, COP³⁾ = 2~4)한다. 열원 공기의 온도에 따라 예외도 있지만, 대개 ASHPs는 전열기보다 에너지 효율이 좋다. 그리고 ASHP는 난방과 냉방을 동시에 구현할 수 있어서, 전체적으로는 비용이 줄어들 수 있어서 전력화에 유리하다. 둘째, 수요관리와 결합된 전기 온수기(electric water heaters and demand response)의 잠재력도 엄청나다. 전기 온수기는 전력시장 관리자(우리나라의 전력거래소)의 수요감축 요청에 대해 부하를 옮기거나 줄이거나 켜으로써 유연하게 대응할 수 있다. 게다가 수요감축 요청에 반응할 수 있는 수요자원이 되면 건물주의 또 다른 수입원이 될 수도 있으며, 이것은 다른 온수기는 제공할 수 없는 이점이다. 이렇게 수요관리와 전기온수기 결합을 지원하는 정책이 확산하면 전력화의 추진력을 제공할 수 있다. 셋째, 제로에너지 건축물(zero-net energy buildings)의 특성이 전력화 정책에 유리하다. 제로에너지건축물들은 등급 기준에 따라서 도시가스나 전력이 혼합하는 것보다 전면 전력화가 기준을 충족하기 쉬울 수도 있다. 비용, 효율, 온실가스 배출 집약도(저배출 전력 공급

3) COP(coefficient of performance, 성능 계수): [출력 냉난방 에너지] / [입력한 전력 에너지]

시) 등과 같은 다른 측면의 이점 때문에 제로에너지 건축물 보급 정책이 전력화를 더 강하게 장려하게 될 수 있다.

다시 IEA의 에너지기술관점 분석으로 돌아가자. 아래 표는 기기/설비 효율 개선과 관련하여 조금 더 세부적인 잠재량을 추정한 결과다. 2DS나 B2DS 시나리오를 따르면 화석연료 보일러가 급격히 퇴조한다. 그 대신 고효율 가스 기술(가스 히트펌프 등)과 전열기가 증가한다(B2DS는 천연가스의 온실가스 배출량도 줄여야 하므로 다른 시나리오보다는 상대적으로 감소). 히트펌프와 태양열의 CO₂ 저감 잠재력이 막대한데, 특히 히트펌프는 RTS(NDC)보다 4배 이상 증가해야 B2DS의 온실가스 감축 목표를 만족할 수 있다. 지역난방과 고효율 바이오매스의 잠재력도 크다.

표 2.3.7 시나리오별 건물 부문 난방/온수 기구 수의 변화

기기/설비 수					2014년 대비 상대적 변화량				
	2014	2030				2014	2030		
		RTS	2DS	B2DS			RTS	2DS	B2DS
석탄/석유 보일러	1,002,316	902,153	766,602	323,807	석탄/석유 보일러	1.000	0.900	0.765	0.323
가스 보일러	546,072	495,132	355,768	229,678	가스 보일러	1.000	0.907	0.652	0.421
고효율 가스 기술	324,118	711,933	751,599	623,225	고효율 가스 기술	1.000	2.197	2.319	1.923
히트펌프	95,056	187,960	334,179	839,671	히트펌프	1.000	1.977	3.516	8.833
전열기	643,442	1,351,941	1,276,457	1,252,022	전열기	1.000	2.101	1.984	1.946
지역난방	356,116	401,461	458,237	497,633	지역난방	1.000	1.127	1.287	1.397
태양열	145,304	346,070	425,383	559,739	태양열	1.000	2.382	2.928	3.852
고효율 바이오매스	39,484	74,269	83,482	84,964	고효율 바이오매스	1.000	1.881	2.114	2.152

출처: IEA(2017).

우리나라에서 가장 확실한 온실가스 감축 수단의 하나이고 목표도 매우 강력한 LED조명 보급(공공부문은 2030년까지 100% 보급)은 IEA도 조명 부문의 가장 중요한 정책 수단으로 선정했다. IEA는 2030년에는 가정 부문 조명 판매량의 96%를 LED가 담당해야 한다고 분석했다.

표 2.3.8 가정용 조명등 판매량 중 LED의 비율

시나리오	2014	2020	2025	2030
RTS	10.14%	37.85%	49.18%	58.24%
2DS	10.14%	47.46%	65.41%	78.09%
B2DS	10.14%	64.35%	86.82%	95.69%

출처: IEA(2017).

IEA는 또한 건물 외피 개선 및 제로에너지 건축물 도입 비율이 매우 급격히 현실화되어야 한다고 주장하고 있다. 아래 표를 보면, B2DS의 제로에너지 건축물 연면적 증가 속도가 너무 크기는 하지만, 그 만큼 강력한 정책이 필요함을 역설하는 결과이기도 하다.

표 2.3.9 2014년 대비 제로에너지 건물과 개조건물의 비율

	2014	2020		2040	
		RTS	2DS/B2DS	RTS	2DS/B2DS
제로에너지건물(nZEBs) 연면적	1.000	10.719	18.276	140.447	925.248
개조(renovated) 건물 연면적	1.000	2.187	2.639	11.038	19.304
신축 건물 비율	0%	9.7%	13.9%	24.2%	49.6%

출처: IEA(2017).

2.3.2.3 건물 부문의 기후변화 완화 기여를 위한 최근 연구의 권고

IPCC나 IEA와 같은 국제기구는 아니지만, 건물 부문이 기후변화완화를 위해 해야 할 일을 연구한 최근 연구 결과를 소개한다. 부문별로 2030년까지 어떻게 해야 하는지 정량적인 목표를 제시하기 때문이다.

우선 국제과학연맹(International Council for Science, ICSU), 유엔환경계획(UNEP), 유네스코(UNESCO)에서 공동으로 10년 연구사업으로 시작한 미래지구(Future Earth) 연구팀에서는 건물 부문의 온실가스 배출량이 2020년 이후에는 더 이상 증가하면 안되며, 2020년의 정점 배출량과 비교하여 2030년에는 52%가 감소해야 한다고 주장했다(Falk et al., 2018). 파리협정을 만족하는 건물 부문 온실가스 감축 경로가 먼 미래의 목표가 아니라 당장 2년 후에 배출량 정점이라는 과제를 제시한 것이다.

BUILDINGS

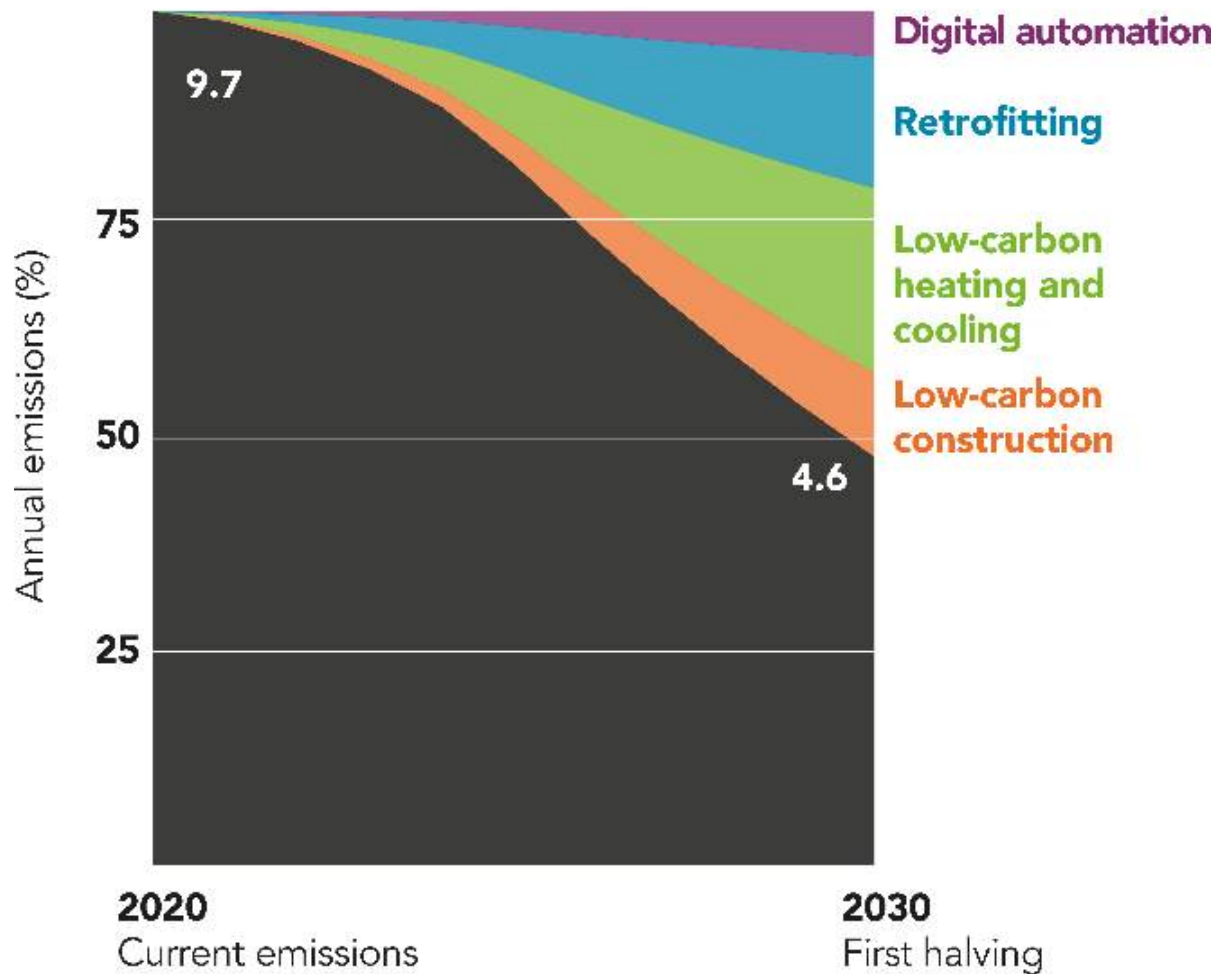


그림 2.3.3 미래지구(Future Earth)에서 제시하는, 산업화 전 수준 대비 지구 평균 기온 상승을 1.5°C로 제한하기 위한 건물 부문의 온실가스 저감 목표

출처: IEA(2017).

유럽 유수의 연구기관과 대학 연구팀(독일의 Potsdam Institute for Climate Impact Research, NewClimate Institute, Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change, Hertie School of Governance, Technische Universität Berlin; 네덜란드의 Copernicus Institute of Sustainable Development; 벨기에의 Vrije Universiteit Brussel, KU Leuven)이 참여한 다른 연구(Elmar et al., 2018)에서는 기후변화 완화 목표 수준별로 건물 부문의 할 일을 제시하고 있다. 이 연구에 따르면 건물 부문은 매년 기존 건물의 3%에 대해 그린리모델링 사업을 시행해야 한다. 신축 건물은 2020~2025년 사이에 모든 건물의 평균값이 제로에너지 목표를 만족해야 한다.

표 2.3.10 건물 부문의 목표 단계별 최종에너지 소비량 절감 정책

기준	현재 수준 (2015년 세계 평균)	모범 사례 수치	21세기 하반기 순에너지 제로(net-zero) 달성(2°C 온난화) 시나리오의 2030년 수치	조건부 NDC 수치(온건한 목표 시나리오 기준)	2°C 보다 현저히 낮은 지구온난화 (야심찬 목표 시나리오 기준)
종합 정책	매년 기존 건물 수의 1% 성능개선.	매년 기존 건물 수의 1.5~2.1% 성능개선; 2020~30년까지 신축 건물 평균 제로에너지(near zero energy) 달성;	매년 기존 건물 수의 3% 성능개선; 2020~25년까지 신축 건물 평균 제로에너지(near zero energy) 달성;	2030년까지 BAU 대비 최종에너지 6% 절감.	2030년까지 BAU 대비 최종에너지 15% 절감; (NDC 대비 9.6% 절감).
	가전기기와 조명기기 에너지효율 매년 1% 향상	가전기기와 조명기기 에너지효율 매년 1.5% 향상; (→2030년까지 2015년 대비 최종에너지 13% 절감)	가전기기와 조명기기 에너지효율 매년 2% 향상; (→2030년까지 2015년 대비 최종에너지 20% 절감)		

출처: Elmar et al.(2018).

2.3.3 2030년 온실가스 감축 목표의 국제 비교

우리나라의 2030 온실가스 감축 로드맵 수정안과 NDC는 2030년 온실가스 배출량을 기준안(BAU) 대비 37% 감축하는 것을 목표로 하고 있다. 이 목표는 비슷하게 BAU 대비 감축목표를 제시한 인도네시아(BAU 대비 -29%), 멕시코(BAU 대비 -29%), 터키(BAU 대비 -21%) 등보다는 야심찬 목표로 볼 수 있다.

반면, 2030년의 온실가스 목표 배출량 절대치인 5억3600만톤은 1990년(2억9294만톤)보다 83% 증가, 2005년(5억5914만톤)보다 4% 감소, 2013년(6억9675만톤)보다 23% 감소한 수치이다. 1990년 대비 2030년 절대량 감축 기준으로는 유럽연합(-40%), 러시아(-25~-30%)보다 소극적인 목표다. 2005년 대비 2030년 절대량 감축 기준으로는 캐나다(-30%), 미국(2025년 기준 -25~-30%), 브라질(2025년 기준 -37%)보다 소극적인 목표다. 2013년 대비 2030년 절대량 감축 기준으로는 일본(-26%)보다 다소 낮은 목표다.

표 2.3.11 2016년 기준 이산화탄소 배출량 상위 20개국의 NDC 비교

당사국	2016년 GHG 배출량 (백만톤 CO ₂ e)	목표유형	기준연도	목표연도	목표치	IMM	LULUCF
중국	13,030	집약도	2005	2030	-60~-65%	언급 없음	언급 없음
미국	6,490	절대량	2005	2025	-26~-28%	불포함	포함
유럽연합	4,450	절대량	1990	2030	-40%	불포함	추후 결정
인도	3,650	집약도	2005	2030	-33~-35%	포함 가능	언급 없음
러시아	2,220	절대량	1990	2030	-25~-30%	언급 없음	포함
일본	1,410	절대량	2013	2030	-26%	포함	포함
브라질	1,149	절대량	2005	2025	-37%	포함 가능	포함
인도네시아	919	BAU	-	2030	-29% (-41%)	포함	포함
캐나다	891	절대량	2005	2030	-30%	포함	포함
이란	859	BAU	-	2030	-4%(-12%)	포함	언급 없음
멕시코	704	BAU	-	2030	-25% (-40%)	포함 가능	포함
한국	694	BAU	-	2030	-37%	포함	추후 결정
		참고	1990	2030	+83%		
			2005	2030	-4%		
			2013	2030	-23%		
오스트레일리아	653	절대량	2005	2030	-26~-28%	언급 없음	언급 없음
사우디아라비아	628	절대량	-	2030	130 백만톤 CO ₂ 회피	언급 없음	언급 없음
터키	517	BAU	-	2030	-21%	포함	언급 없음
남아프리카	496	-	-	-	-	언급 없음	포함
태국	395	BAU	-	2030	-20% (-25%)	포함	추후 결정
말레이시아	334	집약도	2005	2030	-35%(-45%)	불포함	포함
우크라이나	310	절대량	1990	2030	60%	포함	추후 결정
대만	298	BAU		2030	-50%		

참고: IMM = 국제시장메커니즘; LULUCF = 토지이용, 토지이용 변화 및 임업.

출처: NDC = 환경부(2018); 대만 INDC = Republic of China(2015); 2016년 이산화탄소 배출량: Le Quéré et al.(2018); 2016년 온실가스 배출량 = Olivier et al.(2017); 한국 온실가스 배출량 = 온실가스종합정보센터 (2018).

2.3.4 2030년 온실가스 감축 로드맵 수정안 총평

지금까지의 논의를 바탕으로 2030년 온실가스 감축 로드맵 수정안을 종합적으로 평가하면 다음과 같다.

첫째, 국가 온실가스 감축 목표(2030년까지 기준안과 비교해서 37%를 감축)는 국제 기후변화 완화 목표(파리협정)에 현저히 미달한다. 비교 대상의 온실가스 다배출 당사국 목표(NDC)보다 소극적이어서 향후 개선이 필요하다.

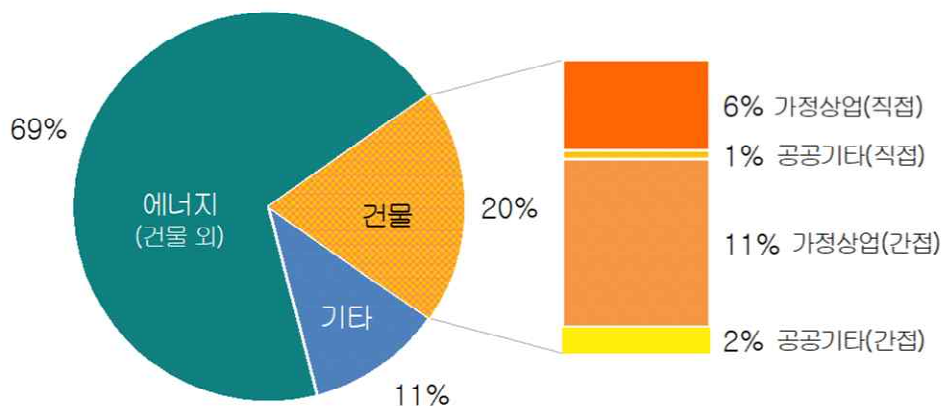
둘째, 건물 부문 온실가스 감축 목표(수정안)는 기준안 및 국제 기후변화 완화 목표와 비교하여 대체로 아쉬움이 있다. 우선 기준안의 목표와 비교하면, 개선된 점으로서 온실가스 배출량 저감 목표가 증가했고 3년 단위로 중간 목표를 설정한 것을 들 수 있다. 아쉬운 점은 세부 저감수단별 감축량이 명시적으로 공개되지 않았다는 것이다. 정책을 입안한 관계기관은 불필요한 공개로 인해 오해를 불러일으킬 것을 걱정했을 수도 있지만, 투명하게 정량적으로 공개하고 추후에 개선하는 것이 좋을 것이다.

셋째, 이번 수정안의 건물 부문 목표를 국제 기후변화 완화 목표(IPCC와 IEA의 권고수준) 대비해 보았다. 우선, 2030년까지 건물 부문에서도 50% 이상 감축해야 하는 목표를 고려하면 파리협정의 국제 기후변화 완화 목표에 못 미친다고 평가할 수 있다. 그리고 제로에너지건축물 및 기존건축물 성능개선 비율 증가 로드맵이나 설비 및 기기(가전 기기 등)의 에너지 효율 개선 로드맵이 공개되지 않은 점이 아쉽다. 최종에너지원으로서, 또 전력 공급원으로서 중요한 재생에너지의 역할 및 재생에너지 공급 증가에 따른 건물 부문의 전력화 및 수요관리제도의 에너지 절감 및 온실가스 배출 저감 잠재량에 대한 논의도 부족했다. 건물 부문에서 가정용과 상업용(근린생활시설, 업무시설 등 포함) 건물을 구분하여 로드맵을 제시하지 않은 점도 다음 로드맵이나 2020년 UNFCCC에 제출할 NDC에서 개선할 점이다.

3. 국내 건물 에너지소비 현황 및 절감 잠재량

3.1 국내 건물에너지 소비 현황

건물부문의 온실가스 배출은 에너지 소비량과 직접적으로 연계되어 있다. 그림 3.1.1은 2015년 부문별 이산화탄소 배출 비중과 건물부문의 기여도를 나타낸 것이며, 2018 에너지통계핸드북(에너지관리공단, 2018)의 2015년 부문별 이산화탄소 배출비중 중 건물에너지와 관련된 부분만 부문별 에너지원별 에너지사용량 통계를 바탕으로 이산화탄소 배출계수로 환산하여 건물부문의 이산화탄소 배출에 대한 기여도를 추정한 결과이다. 그 결과, 전체 이산화탄소 배출량 중 가정상업 부문의 연료 연소를 통한 이산화탄소 직접 배출량이 약 6.0%, 전기 혹은 지역난방과 같은 이산화탄소 간접배출량이 약 11.1%를 차지하고 있다. 여기에 공공부문의 직접 배출량 약 0.6%와 간접배출량 약 1.7%를 포함하면, 국가 이산화탄소 배출량의 약 20% 정도를 건물과 관련된 배출로 추정할 수 있다. 또 2015년 현재 건물부문 전체의 이산화탄소 배출은 높은 전기사용 비중에 따라 직접 배출 (약 7.7%)보다는 간접 배출 (약 12.8%)의 비중이 큰 것으로 볼 수 있다.

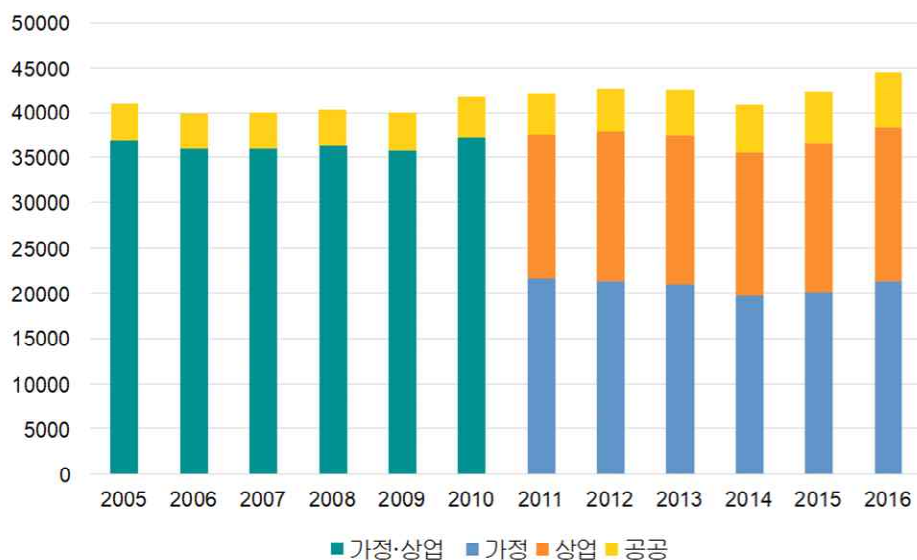


Source: 2017 에너지사용량 통계/ 2018 에너지통계핸드북 산업통상자원부, 에너지경제연구원
부문별 에너지원별 에너지사용량 통계를 바탕으로 이산화탄소 배출계수로 환산(RE도시건축)

그림 3.1.1 2015년 부문별 이산화탄소 배출 비중과 건물부문의 기여도

그림 3.1.2는 건물부문 온실가스 배출량 변화추이(천 tCO₂)로 2010년 이전은 가정·상업부문의 온실가스 배출량 통계가 분리되지 않은 상태로 표시되었다. 전반적으로 가정과 상업부문의 온실가스 배출 추이는 안정화되어 있는 반면, 공공부문의 온실가스 배출량 증가가 눈에 띄며,

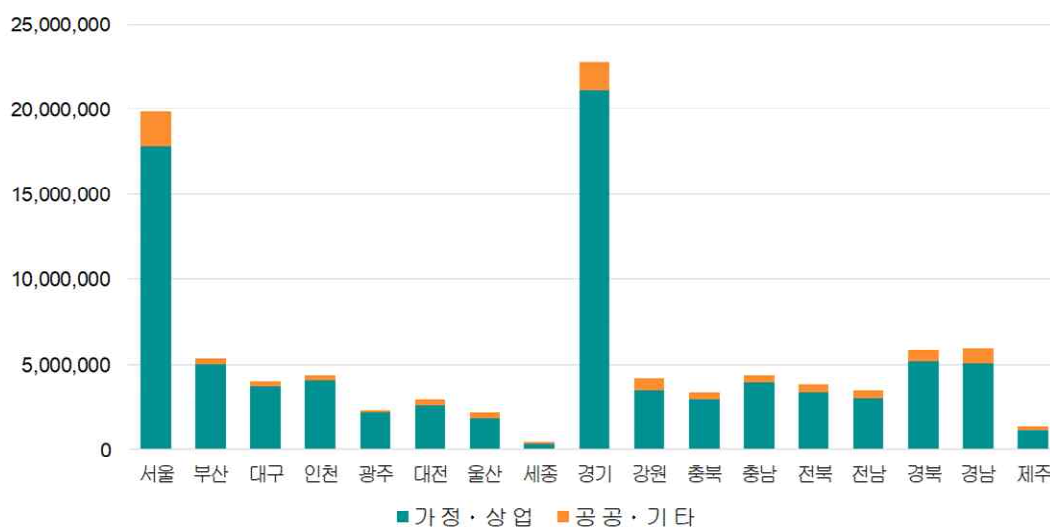
공공부문의 온실가스 배출관리가 필요한 것으로 보인다.



Source: 2017 에너지사용량 통계/ 2018 에너지통계핸드북 산업통상자원부, 에너지경제연구원
부문별 에너지원별 에너지사용량 통계를 바탕으로 이산화탄소 배출계수로 환산(RE도시기준)

그림 3.1.2 건물부문 온실가스 배출량 변화추이 (천 tCO₂)

그림 3.1.3은 2016년 지역별 온실가스 배출량을 나타내며, 서울과 경기지역의 온실가스 배출이 두드러지고, 이 지역의 공공부문 온실가스 배출 비중도 높은 것으로 보인다.



Source: 2017 에너지사용량 통계/ 2018 에너지통계핸드북 산업통상자원부, 에너지경제연구원
부문별 에너지원별 에너지사용량 통계를 바탕으로 이산화탄소 배출계수로 환산(RE도시기준)

그림 3.1.3 2016년 지역별 건물부문 온실가스 배출량(천 tCO₂)

이 연구에서는 건물에너지 수요관리를 위한 정책 입안에 앞서 정책효과가 클 것으로 기대되는 건물 유형군을 다음과 같이 분류하고, 용도별, 규모별, 건축연도별 에너지소비현황을 분석하여

건축물 유형군의 특성에 맞는 세밀한 정책 수단(tailored policy measurements)입안의 기초자료를 만들고자 하였다. 에너지 소비현황 분석은 1차적으로 정부 및 지자체의 공공통계자료를 활용하여 이루어졌고, 이를 통해 얻을 수 없는 구체적인 자료들은, 국토부에서 제공하는 건축데이터 민간개방시스템의 건축물 대장 정보와 에너지사용량 정보를 직접 매칭하는 방식으로 데이터 세트를 구성한 후 이로부터 추출하였다.

□ 건물 에너지 수요관리를 위한 주요 관리 목표 유형

- 에너지사용 증가율이 높은 유형 (A)
- 에너지사용총량이 가장 많은 유형 (B)
- 단위면적당 에너지 사용량이 가장 많은 유형 (C)
- 전체 건축물 총량이 많은 유형 (D)
- 전체 신축 건축물 총량이 많은 유형(E)
- 전체 노후화 건축물 총량이 많은 유형 (F)
- 단위 건물 에너지 사용총량이 많은 유형 (G)
- 건물 에너지 계절 수요가 높은 유형 (H)
- 교육 홍보 효과가 높은 유형 (I)

3.1.1 건물 에너지 사용 증가 추이

그림 3.1.4 에서, 부문별 최종에너지 소비는 2005년 기준으로 지난 11년간 공공은 약53% 증가, 수송은 약20% 증가, 가정상업은 약4% 증가, 산업은 약46.7% 증가하여, 공공부문의 증가가 크기는 하지만 가정 상업 부분의 증가율은 비교적 안정되고 있어, 건물부문의 전체 비중은 상대적으로 줄어들고 있는 상황이다.

그림 3.1.5는 건물부문의 최종에너지 소비 증가추이만 별도로 나타낸 것인데, 건물부문의 약 47.8%를 차지하는 가정부분의 증가율은 1990년 이후 연평균 약 1.1%로 안정화 추세에 접어든 것으로 보이지만, 상업부문은 연평균 증가율 약 5.0%로 꾸준히 증가하는 추세이다. 공공부문의 경우에는 1990년 이후 연평균 증가율은 약 3.4%이지만, 2011년 이후 지난 5년간 급격히 증가하여 연평균 7.4%의 증가세를 보이고 있다.

부문별 최종에너지소비 증가추이

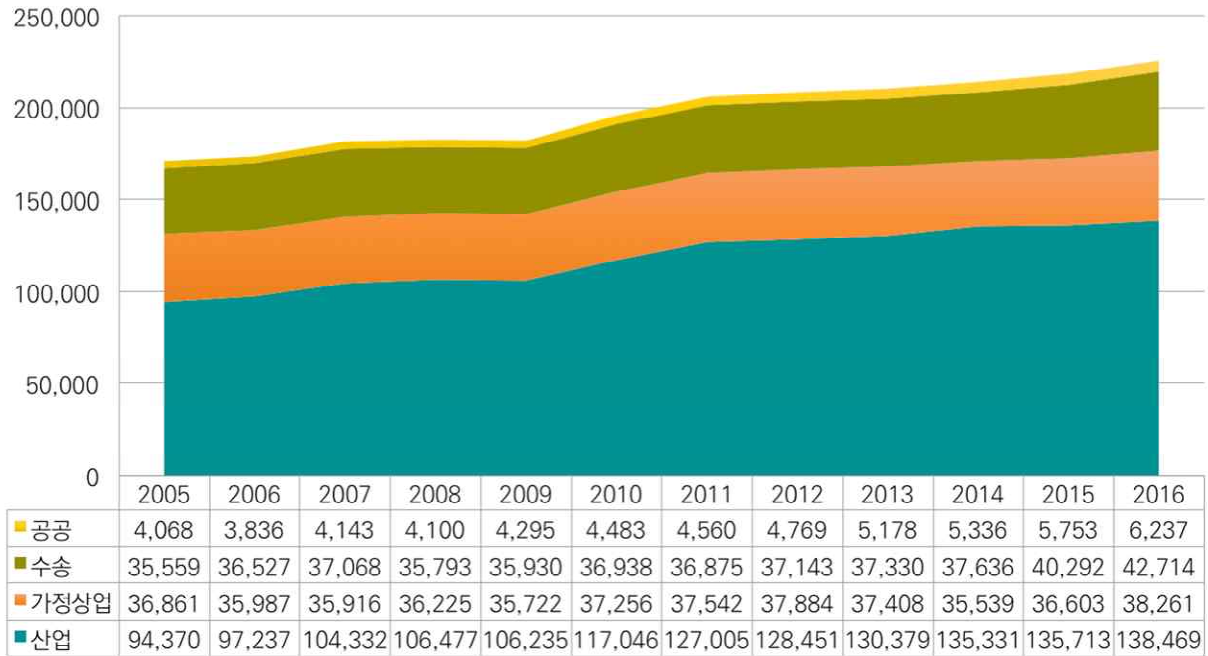
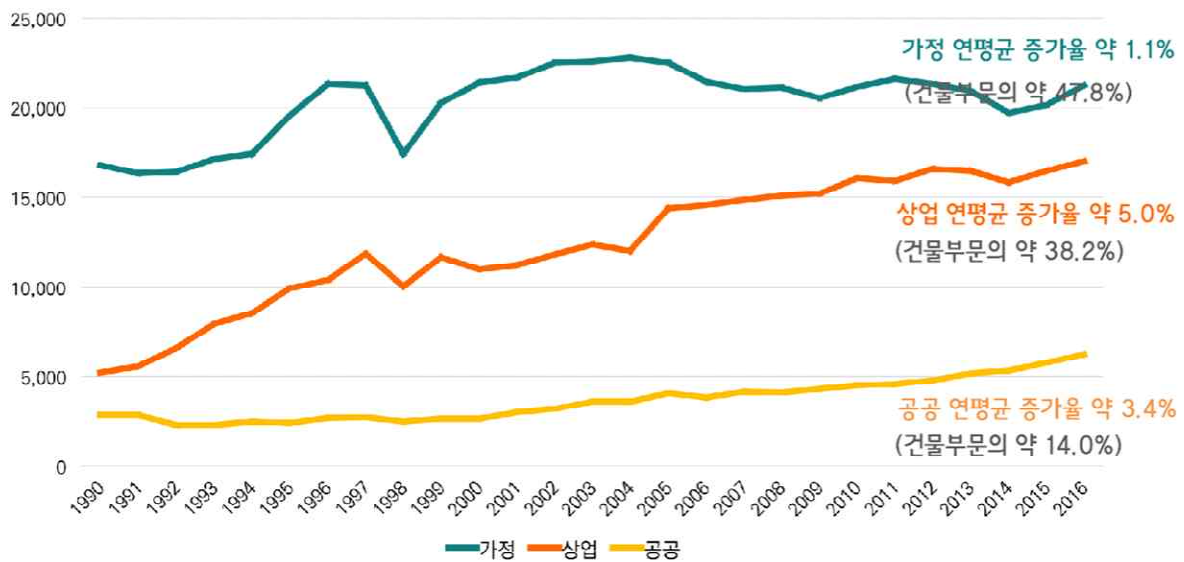


그림 3.1.4 2016년 국내 부문별 최종에너지소비현황 및 증가추이(단위: 천 TOE)

출처: 2017 에너지통계연보, 산업통상자원부, 에너지경제연구원



Source: 2017 통계연보, 산업통상자원부, 에너지경제연구원

그림 3.1.5 건물부문 부문별 에너지사용량 증가추이 (단위: 천 TOE)

출처: 2017 에너지통계연보, 산업통상자원부, 에너지경제연구원

지역에너지연보의 2016년 지역별 부문별 최종에너지소비 통계에 따르면, 지역별로는 그림 3.1.1-3에서와 같이 전체적으로 산업기반시설이 적은 도시지역과 수도권지역의 건물에너지(가정·산업

및 공공·기타) 소비 비중이 높았으며, 서울특별시의 가정상업 및 공공 기타의 비중이 약 60%로 가장 높았고, 대전광역시 약 50%, 광주광역시 약 42%, 대구광역시 약 41%, 부산광역시와 경기도, 제주도가 각 약 38%, 세종특별자치시가 약 37%를 차지하고 있다.

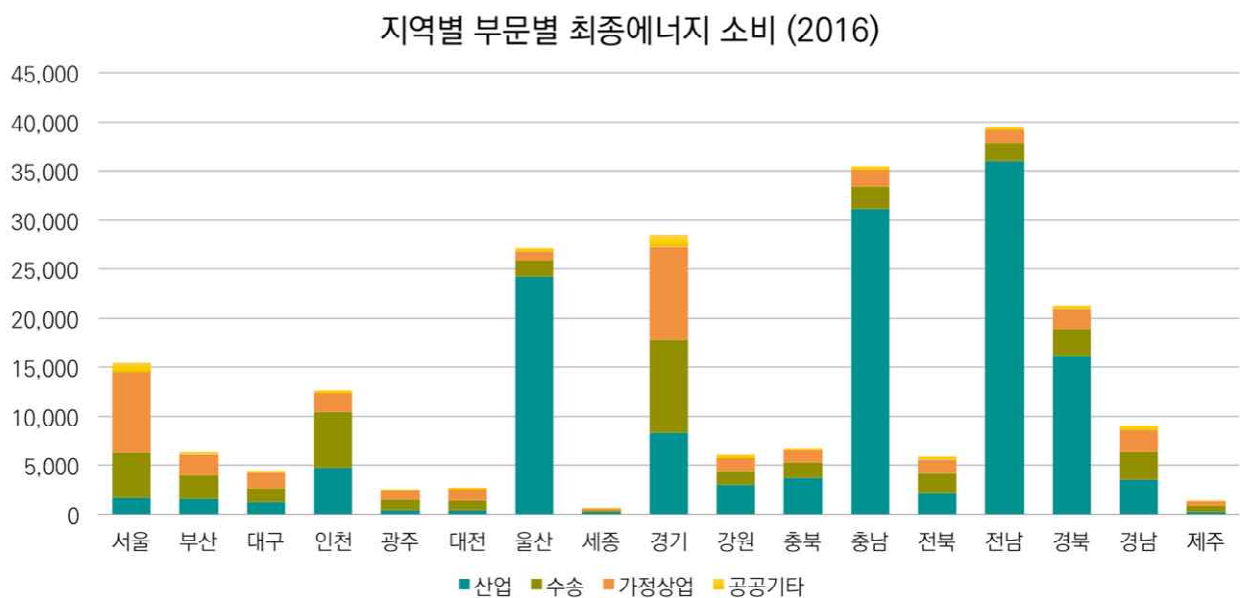


그림 3.1.6 지역별 부문별 최종에너지 소비 (2016)

출처: 2017 지역에너지통계연보, 산업통상자원부, 에너지경제연구원

그림 3.1.7와 그림 3.1.8는 가정 상업 부문에서의 지역별 최종에너지 소비 변화 추이를 나타낸다. 서울과 경기의 수도권은 다른 지역보다 에너지 사용 총량은 월등히 많으며, 서울의 경우는 연평균 약 -0.78%로 다소 감소하는 추이에 있지만, 경기는 연평균 약 1.67%로 급격한 증가세에 있는 지역에 속한다. 수도권 외의 지역에서는 현재 제주의 최종에너지 소비 3.49%로 가장 빠르게 증가하고, 이 뒤를 이어 전남(2.76%), 전북(1.91%), 경기(1.67%), 경남(1.56%), 충남(1.52%) 등이 1% 이상의 증가율을 보이고 있다. 또 서울 외에 가정상업부문 에너지 사용량이 감소세에 있는 곳은 대전(-1.14%)과 대구(-0.35%)이다.

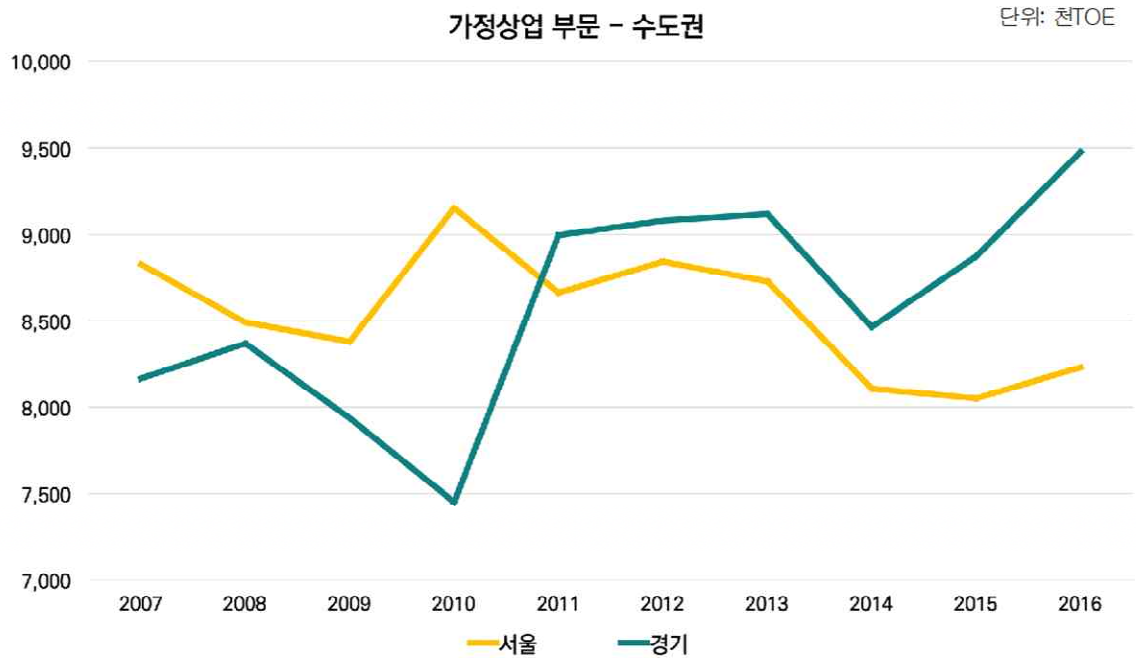


그림 3.1.7 지역별 부문별 건물에너지 소비 추이 - 수도권 (가정상업 부문)

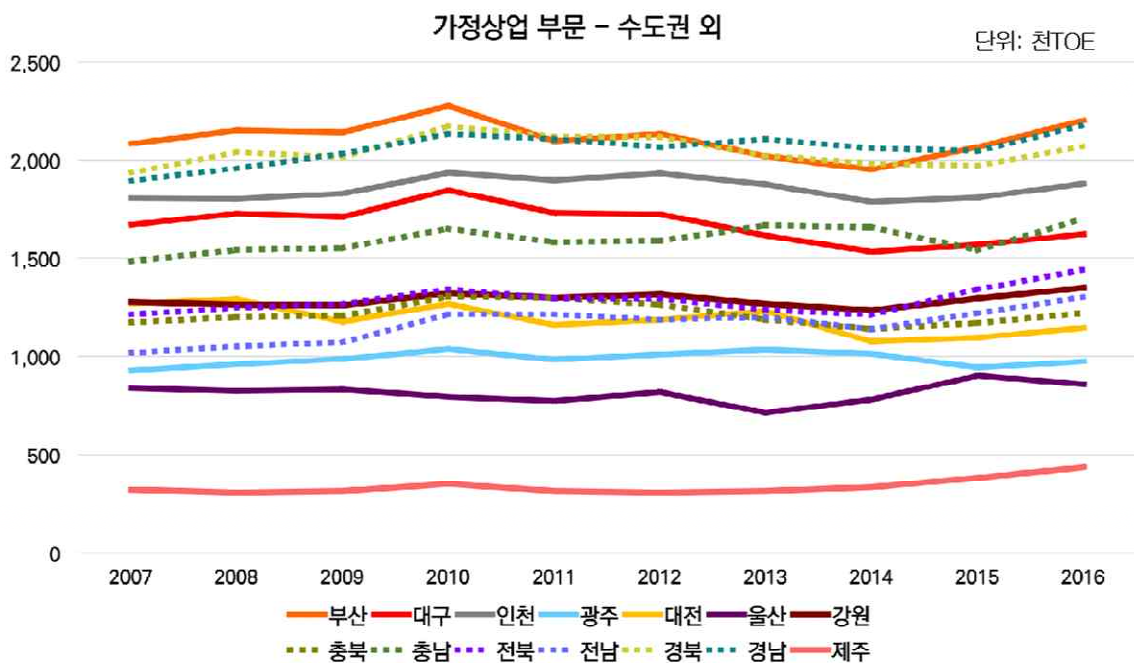


그림 3.1.8 지역별 부문별 건물에너지 소비 추이 - 수도권 외 (가정상업 부문)

또, 그림 3.1.9과 그림 3.1.10은 공공부문에서의 지역별 최종에너지 소비 변화 추이를 나타낸다. 공공부문 역시 수도권의 에너지 사용총량이 다른 지역보다 많으며, 경기(3.65%), 서울(3.03%)의

비율로 증가하고 있다. 공공부문의 경우 에너지 사용량이 감소하고 있는 지역은 광주광역시 (-1.09%) 밖에 없으며, 충남(10.19%), 대전(7.83%), 전남(7.55%), 경남(7.47%), 제주(7.19%), 전북(6.78%), 강원(6.65%), 인천(6.10%), 충북(5.01%), 경북(4.17%) 등 대부분의 비수도권 지역이 수도권지역보다 더 빠른 비율로 증가하고 있다.

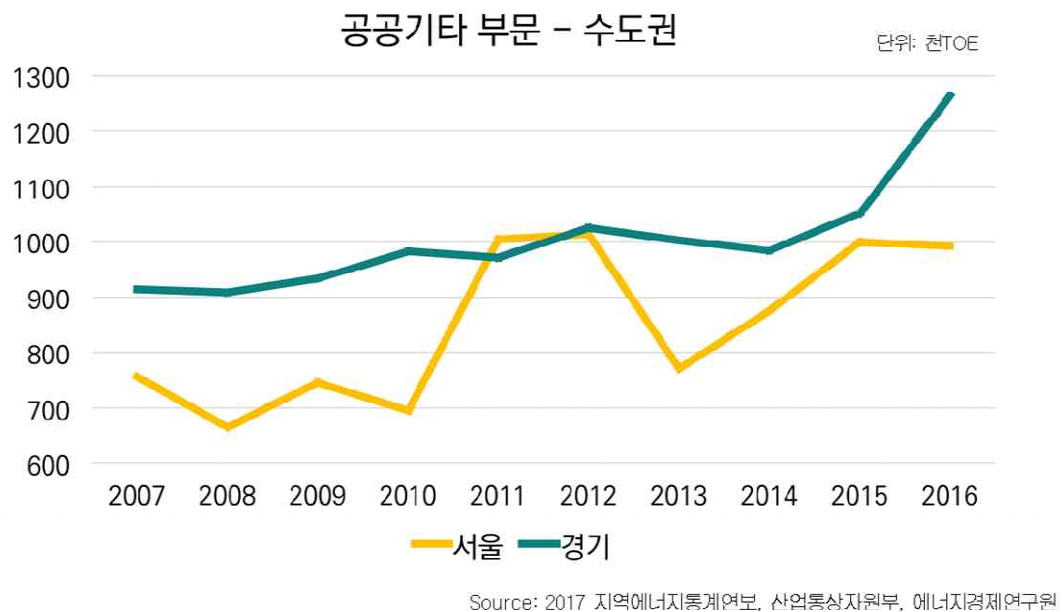


그림 3.1.9 지역별 부문별 건물에너지 소비 추이 - 수도권 (공공 기타 부문)

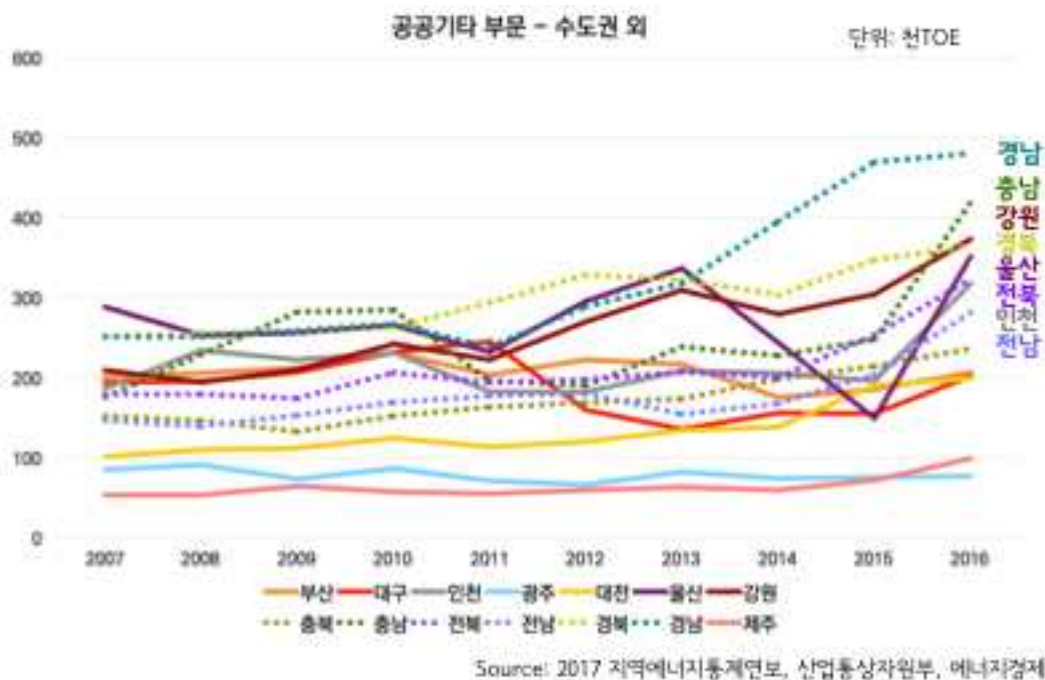
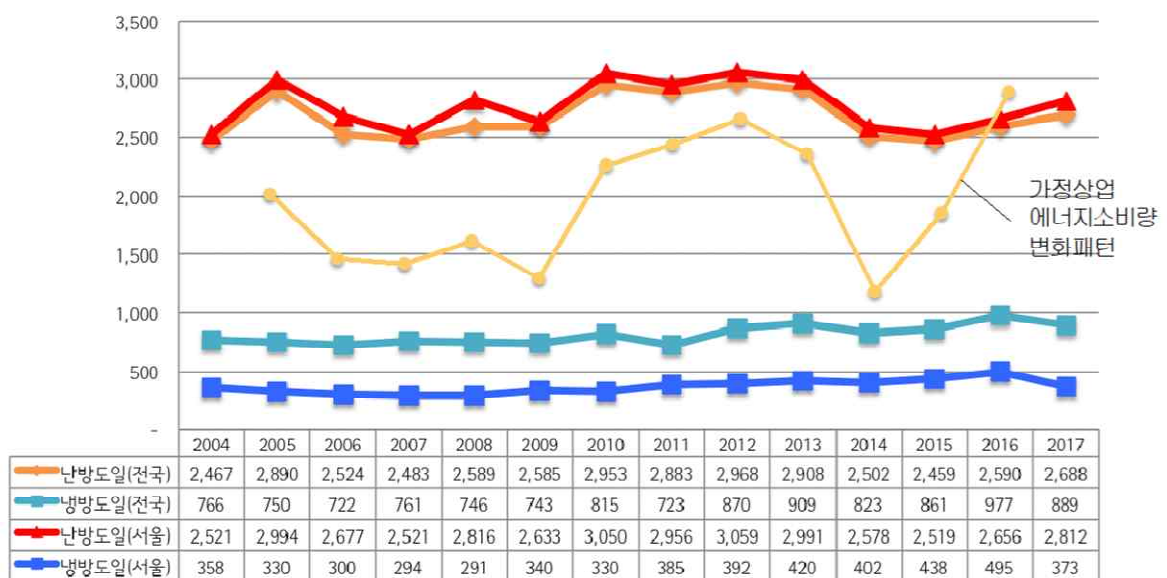


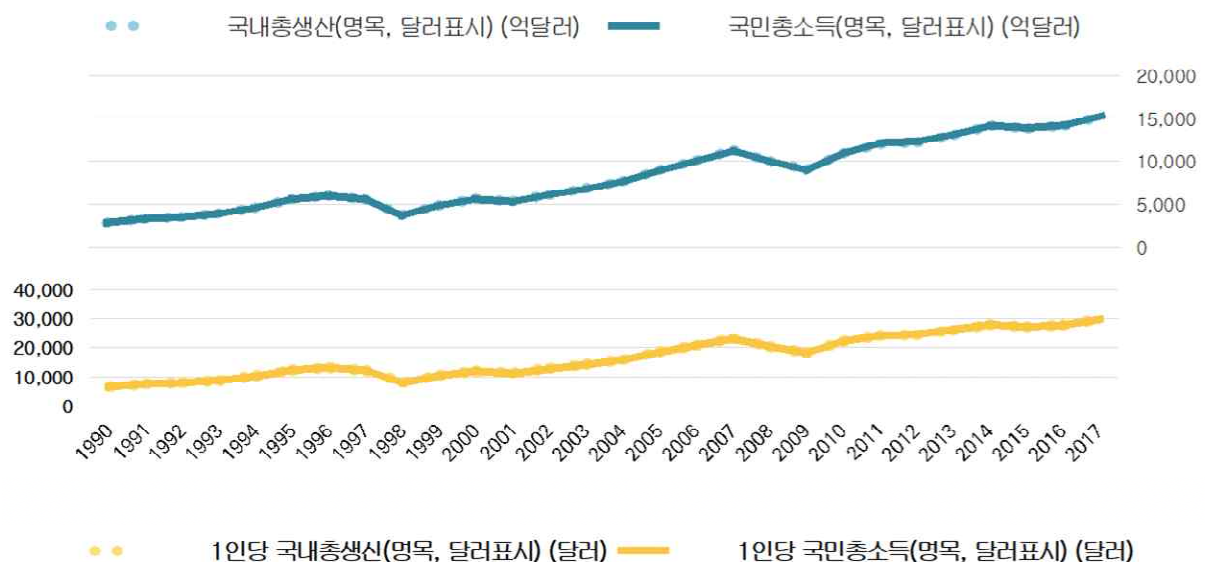
그림 3.1.10 지역별 부문별 건물에너지 소비 추이 - 수도권 외 (공공 기타 부문)

그림 3.1.11 그림 3.1.12까지 부문별 지역별 건물에너지 소비 증가추이는 냉난방도일이나 경기변화의 영향을 받고 있다. 그림 3.1.13은 냉난방도일 변화가 가정 상업 부문 에너지소비에 미치는 영향을 살펴본 것으로, 가정 상업부문 에너지 소비량 변화 패턴이 난방도일 또는 냉방도일의 변화 패턴과 폭의 차이는 있지만, 유사하게 나타나, 둘 사이에 상관관계가 있는 것으로 추정된다. 또 3.1.14는 국내 총생산 및 총소득의 변화 추이로, 국내 총생산과 총소득이 줄어든 1998년과 2009년 전후로 에너지 사용량도 줄어드는 것을 확인할 수 있다.



Source: 에너지수급통계, 에너지경제연구원, 국가통계포털

그림 3.1.11 국내 냉난방도일 변화에 따른 가정상업부문 에너지소비 상관관계



Source: 한국은행, 국민계정, 국가통계포털

그림 3.1.12 국내 총생산 및 총소득 변화 추이

에너지 통계연보에 따르면, 우리나라 부문별 사용열원은 1990년 이후로 꾸준히 변화하고 있다. 가정부문의 경우 그림 3.1.13에 나타난 것처럼 1990년대 초반이후 석탄수요가 급감하고, 2000년대 초반을 기점으로 석유에서 도시가스로 대체되는 것을 볼 수 있다.

가정부문의 전력사용은 1990년 이래 연평균 약 170TOE, 5%비율로 꾸준히 증가하고 있으며, 열에너지의 경우는 꾸준히 증가하다가 2010년 관련법 개정을 기점으로 유지 또는 약간 감소 추이를 보이고 있다.

가정부문 신재생에너지이용은 1990년 태양열온수기 보급으로 4%까지 올라갔다가 사후관리 미비에 따라 급격히 감소했고, 최근 태양광보급사업에 따라 약간 증가하고 있는 상태로 2016년 현재 가정부문 전체 에너지사용량의 약 1% 정도를 차지하는 것으로 나타났다.

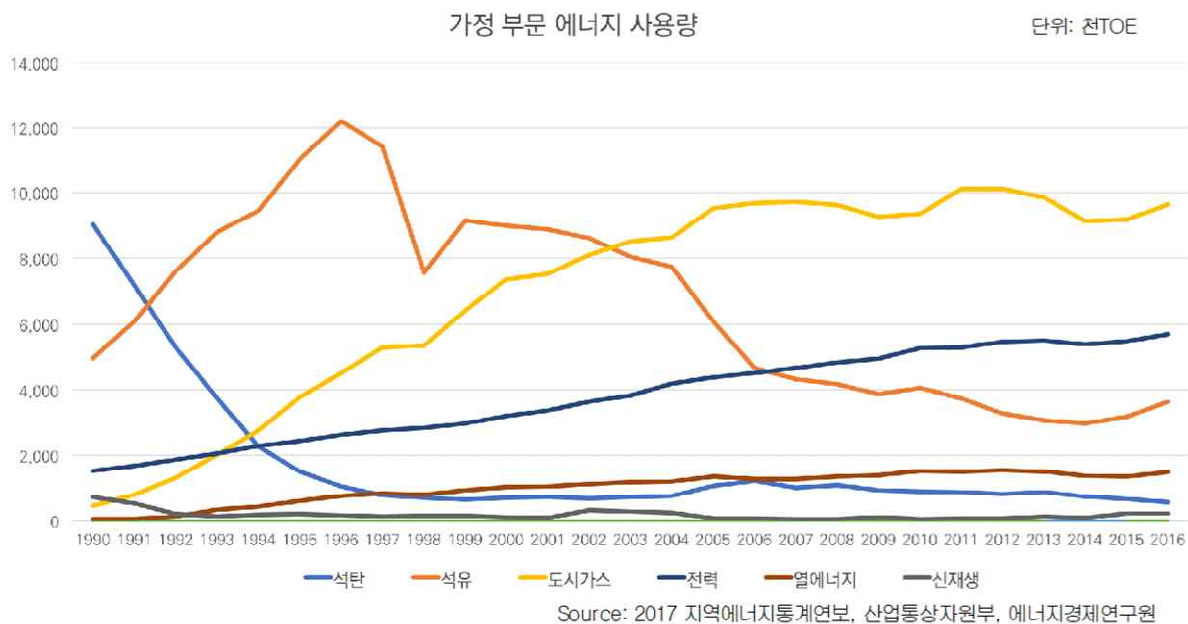


그림 3.1.13 가정부문 에너지원별 에너지사용량 변화 추이

그림 3.1.14은 상업부문 에너지원별 에너지 사용량 변화 추이로, 상업부문은 2000년 이후 전력을 주요 사용열원으로 쓰고 있으며, GHP와 같은 도시가스 냉난방 설비 도입에 따라 도시가스 소비도 증가하다가 최근 5년간은 증가세가 주춤한 편이다.

또, 상업부문 신재생에너지 이용 비중은 2013년과 2014년 큰 폭으로 증가하기는 했으나, 전체 상업부문 에너지사용량의 1% 수준에 그치고 있다.

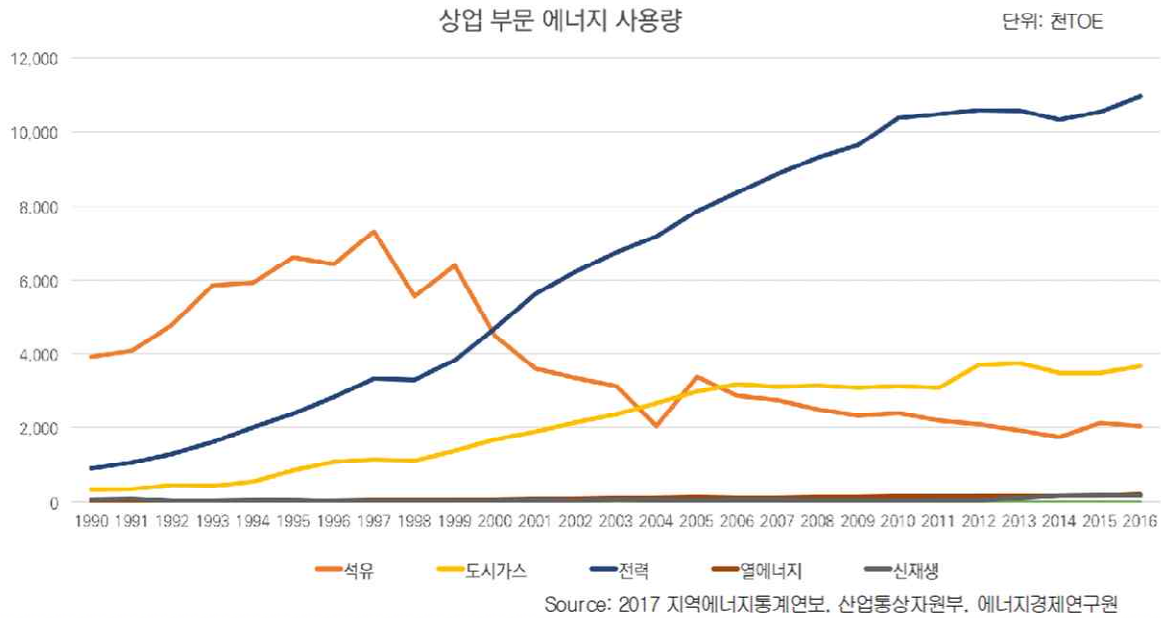


그림 3.1.14 상업부문 에너지원별 에너지사용량 변화 추이

그림 3.1.15에서 공공부문 역시 전력사용량이 꾸준히 증가하여 2000년 이후 전체 사용원별 에너지사용량 중 가장 높은 비중을 차지하고 있다.

특이할 점은 2010년이후 공공건물 신재생에너지 의무 설치 비율의 단계적 증가에 따라 2016년이후 신재생에너지 사용량이 석유사용량을 초과하여 전체 사용원별 에너지사용량 중 두 번째로 큰 비중을 차지하고 있다.

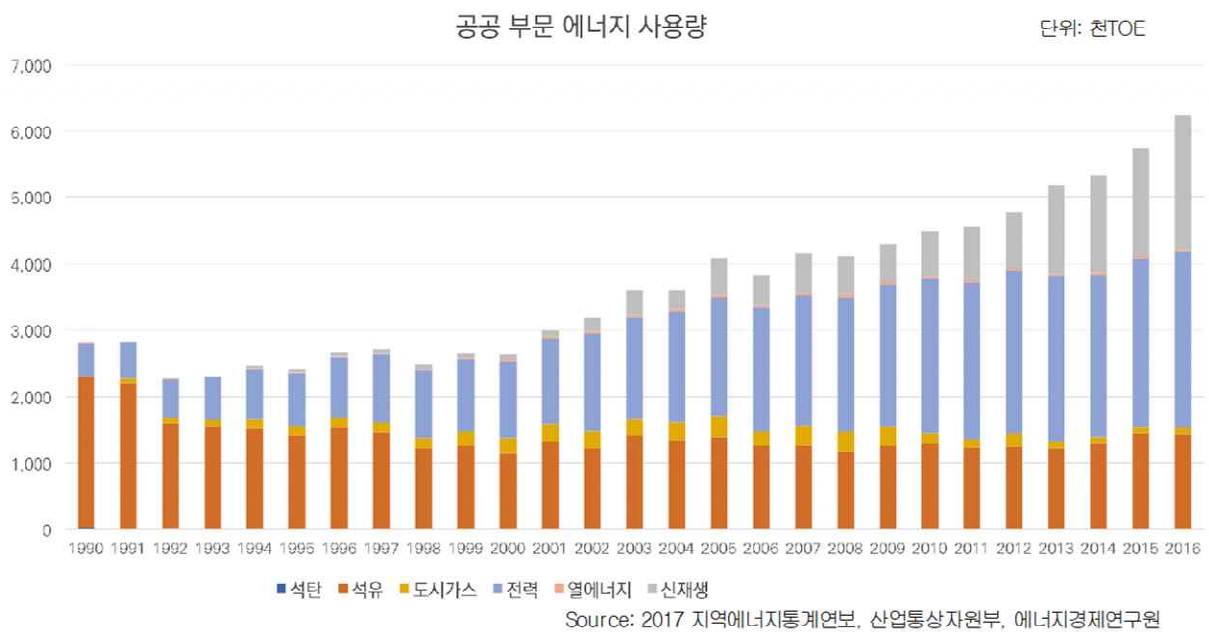
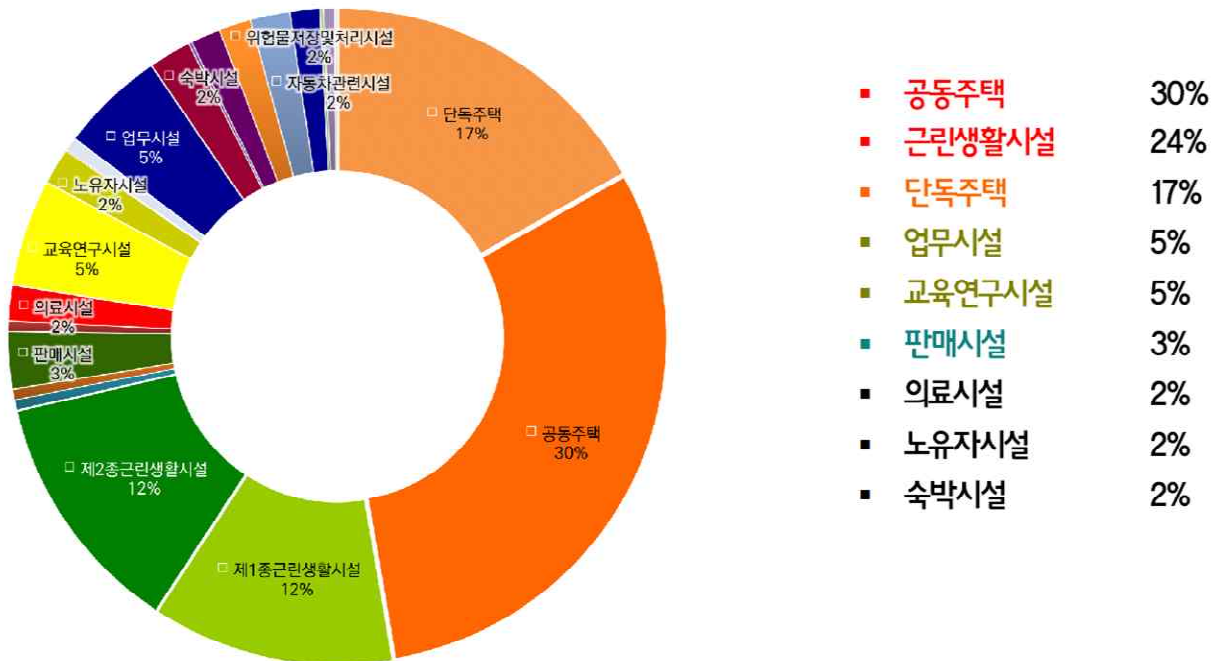


그림 3.1.15 공공부문 에너지원별 소비 추이

3.1.2 건물 특성에 따른 에너지 소비 총량

그림 3.1.16은 2015년 기준 전국 건축물 용도별 에너지 사용량 비중을 나타낸 것으로 산업부문의 에너지 사용량으로 집계되는 공장부문을 제외한 결과이다. 이에 따르면, 총량 면에서는 공동주택(30%)이 가장 에너지를 많이 사용하고 있으며, 그 다음으로 근린생활시설(24%), 단독주택(17%), 업무시설(5%), 교육연구시설(5%)순으로 집계되고 있다.



Source: 건축물 용도별 에너지사용량 통계(2015), 세움터, 국토교통부

그림 3.1.16 2015년 전국 건축물 용도별 에너지사용량 비중 (공장제외)

또, 그림 3.1.17는 건축물 규모별 에너지 사용량 비중을 나타낸 것으로, 1만 m^2 이상 건축물이 사용하는 에너지가 전체의 약 31%, 3천~1만 m^2 미만의 건축물이 18%, 100 m^2 미만의 건축물이 사용하는 에너지가 약 16%로 나타났으며, 에너지절약계획서를 제출하지 않는 500 m^2 미만의 건축물의 에너지 사용총량이 1만 m^2 이상 건축물이 사용하는 에너지 총량과 유사하게 약 31%를 차지하고 있다.

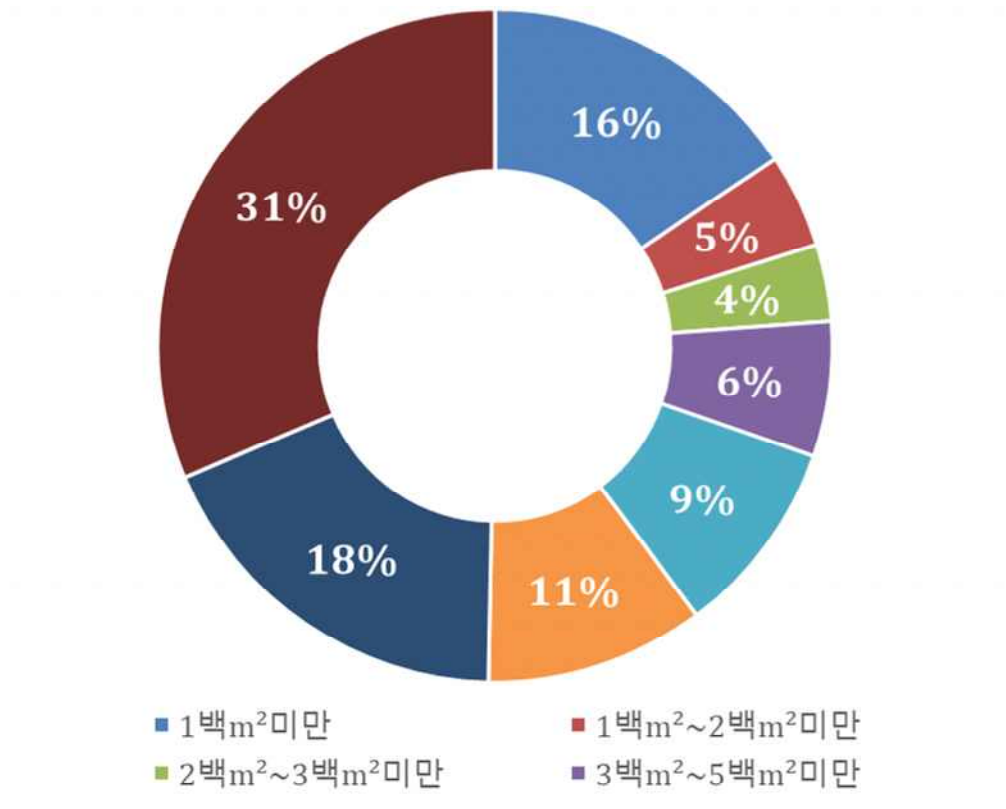


그림 3.1.17 2012~2015년 전국 건축물 규모별 에너지사용량 비중

출처: 국토교통부 건축데이터 민간개방시스템, 세움터 통계

3.1.3 건물 특성에 따른 단위면적당 에너지 소비 현황

건물 용도별 단위면적당 에너지 소비 현황은 세움터 통계를 통해 확보된 2015~2017년 시도별 건축물 용도별 에너지 사용량을 해당연도 건축물 현황 통계 자료의 연면적으로 나누어 환산한 결과를 기초로 한다. 표 3.1.1은 2015-2017년 3년간 용도별 단위면적당 에너지소비량을 비교한 것이다. 에너지 사용밀도는 단위면적당 연간 에너지사용량(kWh/m²)을 의미한다. 3년간 에너지 사용밀도가 가장 높은 시설 용도에는변화가 있지만, 에너지 소비량이 많은 용도는 공동주택, 단독주택, 근린생활시설로 고정되어 있다. 다만, 2016년과 2017년 공동주택 에너지 사용량이 적게 나타나는 것은, 2012~2015년의 자료와 비교하여 기초데이터에 코드없음으로 분류된 데이터의 에너지사용량이 2016~2017년 급증한 반면, 공공주택의 에너지사용량은 급감하여, 공동주택 중 상당수가 코드없음으로 분류된 영향으로 추정된다. 이와 같은 부분들은 추후 공공 기초데이터의 정확도를 높이는 차원에서 보완되어야 할 것으로 보인다.

표 3.1.1 2015~2017년 건축물 세부용도별 에너지사용밀도

용도	세부용도	연면적(m ²)			에너지 소비량(kWh)			에너지사용밀도(kwh/m ²)		
		2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
주거	단독주택	488,162,319	494,894,158	501,740,128	59,264,547,524	59,332,960,000	62,322,918,000	121	120	124
주거	공동주택	1,285,354,655	1,309,480,255	1,320,401,875	107,659,069,109	34,484,357,000	37,672,506,000	84	26	29
상업	근린생활시설	422,236,923	443,569,679	457,742,518	85,114,843,821	81,136,920,000	87,227,351,000	404	368	383
상업	판매시설	50,072,516	55,514,595	55,670,182	9,941,700,161	9,989,589,000	10,560,114,000	199	180	190
상업	운수시설	6,664,908	10,014,769	10,624,202	1,847,426,290	950,062,000	1,165,090,000	277	95	110
상업	업무시설	130,134,629	139,712,814	147,794,498	18,278,362,828	18,293,977,000	21,509,811,000	140	131	146
상업	숙박시설	42,253,596	23,617,134	25,170,956	7,363,222,897	7,019,461,000	7,517,605,000	174	297	299
상업	위험물저장시설	5,975,531	6,115,665	6,315,301	5,575,460,923	24,932,213,000	26,009,770,000	933	4,077	4,119
상업	자동차관련	37,841,837	39,112,583	40,454,275	6,883,314,270	9,967,042,000	11,159,495,000	182	255	276
상업	위락시설	6,581,696	6,515,682	6,487,212	556,190,693	713,916,000	708,473,000	85	110	109
문교	문화 및 집회시설	19,838,166	20,349,208	20,850,971	1,838,901,321	1,436,763,000	1,545,769,000	93	71	74
문교	종교시설	26,166,317	26,636,494	27,121,591	1,814,183,084	1,744,749,000	1,824,270,000	69	66	67
문교	의료시설	24,094,812	25,061,494	26,087,920	6,135,252,977	5,854,778,000	6,182,115,000	255	234	237
문교	교육연구시설	172,245,616	181,478,940	186,151,826	18,662,454,254	15,060,576,000	16,042,337,000	108	83	86
문교	노유자시설	22,604,451	23,140,990	23,757,826	6,293,560,808	5,833,913,000	5,960,008,000	278	252	251
문교	수련시설	1,237,918	1,311,902	1,402,661	238,224,933	255,975,000	276,164,000	92	195	197
문교	운동시설	14,832,960	15,454,840	16,033,164	2,266,719,363	2,761,645,000	2,596,704,000	53	79	62
문교	묘지관련시설	432,993	453,321	490,556	95,631,105	102,869,000	111,974,000	221	227	228
문교	관광휴게시설	2,095,430	2,164,498	2,276,185	345,071,162	2,797,066,000	2,802,440,000	165	1,292	1,231
기타	교정 및 군사시설	7,708,064	29,823,718	28,795,949	657,437,029	1,405,097,000	1,613,980,000	85	47	56
기타	방송통신시설	3,825,387	3,921,530	4,062,163	1,863,834,707	2,422,953,000	2,582,559,000	487	618	636

용 도	세부용도	연면적(m ²)			에너지 소비량(kWh)			에너지사용밀도 (kwh/m ²)		
		2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
기타	발전시설	5,956,900	6,299,379	6,816,975	6,665,105,646	12,013,205,000	11,285,351,000	1,119	1,907	1,655
기타	창고시설	24,512,769	28,196,131	31,861,836	5,179,829,735	24,097,802,000	25,916,671,000	211	855	813
기타	동식물관련 시설	113,297,646	118,069,936	122,555,304	5,147,948,561	6,632,735,000	7,081,885,000	45	56	58
기타	장례식장	477,223	530,369	567,944	42,918,672	134,380,000	186,070,000	90	253	328

그림 3.1.18-20은 2015년에서 2017년까지의 건축물 용도별 단위면적당 에너지 사용량을 나타낸 그래프로 가로축은 해당 용도가 차지하는 면적을 의미하며, 세로축은 해당 용도의 에너지 사용밀도를 의미한다. 또 박스의 면적은 해당용도의 총 에너지 사용량에 해당한다. 2015 년의 경우, 단위면적당 에너지 사용량이 가장 많은 시설들은 방송통신시설(487 kWh/m²), 노유자시설(278 kWh/m²), 운수시설(277 kWh/m²), 의료시설(255 kWh/m²), 제1종근린생활시설(211 kWh/m²) 순으로 나타나고, 2016년에는 관광휴게시설(1907 kWh/m²), 창고시설(855 kWh/m²), 방송통신시설(618 kWh/m²), 숙박시설(297 kWh/m²), 자동차관련시설(255 kWh/m²) 순으로 에너지 사용밀도가 높게 나타났다. 또, 2017년에는 관광휴게시설(1231 kWh/m²), 창고시설(813 kWh/m²), 방송통신시설(636 kWh/m²), 장례식장(328 kWh/m²), 숙박시설(299 kWh/m²) 순으로 단위면적당 에너지 사용량이 높았다.

전체적으로 3년동안 단위 면적당 에너지 소비량이 높고 전체 에너지 소비량도 상대적으로 많은 시설들에는 숙박시설, 노유자시설, 의료시설, 판매시설, 제1종 근린생활시설, 제2종 근린생활시설, 창고시설, 관광휴게시설 등이 해당되며, 이 건물 용도들에 대해서는 향후 에너지수요관리를 위한 별도의 체계적인 관리가 필요할 것으로 보인다.



그림 3.1.18 국내 건물 용도별 단위면적당 에너지소비현황 (2017년)

자료: 건축물 용도별 에너지사용량 (2017), 2017 건축물 현황통계, 세움터, 국토교통부



그림 3.1.19 국내 건물 용도별 단위면적당 에너지소비현황 (2016년)

자료: 건축물 용도별 에너지사용량 (2017), 2017 건축물 현황통계, 세움터, 국토교통부



그림 3.1.20 국내 건물 용도별 단위면적당 에너지소비현황 (2015년)

자료: 건축물 용도별 에너지사용량 (2017), 2017 건축물 현황통계, 세움터, 국토교통부

3.1.4 건물 특성에 따른 건축물 현황

국토교통부 세움터 통계에 따르면, 2017년 현재 전국의 총 건물 동수는 약 710만 동이상으로 그 중 주거용 건물이 약 460만동으로 가장 많은 비중을 차지하고 있다.

주거용 건물의 비중은 동수로는 약 64.7%를 차지하지만, 면적으로는 약 47.2% 수준으로 단독주택 등 상대적으로 작은 규모의 건물이 많기 때문으로 보인다.

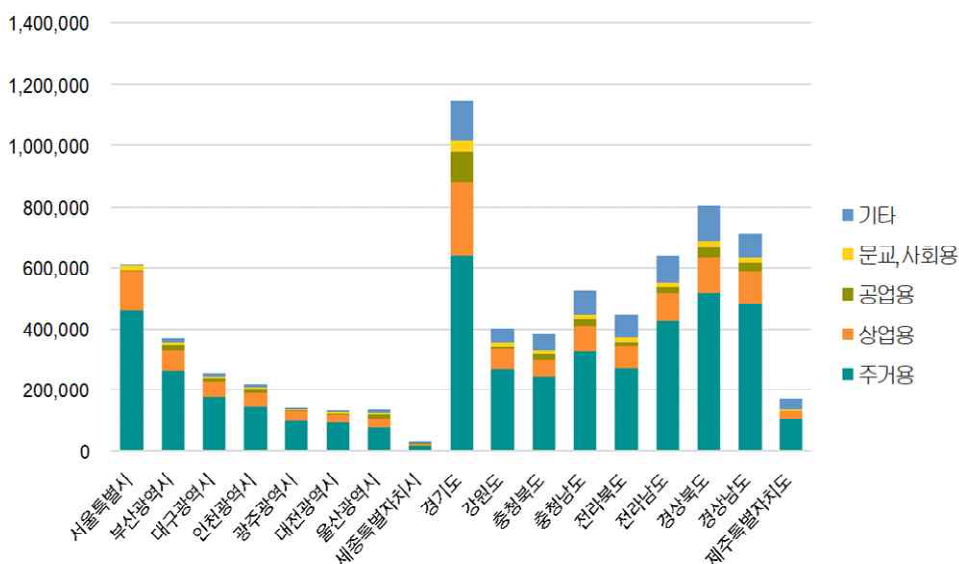
반면 상업용, 공업용, 문교사회용의 경우 동수 비중보다 연면적 비중이 높아 대형건물의 비중이 높은 것으로 볼 수 있는 데, 상업용의 경우 동수기준 약 17.5% 연면적 기준 약 21.6%, 공업용 동수 기준 4.3%, 연면적 기준 10.9%, 문교사회용 동수 기준 2.7%, 연면적 기준 9.04%, 기타 동수기준 10.75%, 연면적 기준 11.3%으로 나타난다.

지역별로는 경기도의 건축물이 동수로는 약 115만동 (약 16.1%), 연면적으로는 약 9억m²(약 24.9%)로 가장 많다.

그외 동수로는 경상북도 약 80만동 (약 11.3%), 경상남도 약 71만동 (약 9.9%), 전라남도 약 64만동 (약 8.9%), 서울 약 61만동 (약 8.6%) 순이며, 연면적으로는 서울 약 5억5천m² (약 15.1%), 경상남도 약 2억 6천m² (약 7.0%), 경상북도 약 2억 4천m² (약 6.6%), 부산 약 2억 3천m² (약 6.3%) 순으로 나타난다.

따라서 서울, 부산, 경기 등 대도시 지역일수록 연면적이 큰 대형건물 비중이 크고, 전라남도과 같은 시외 지역은 상대적으로 작은 면적의 비중이 많다고 볼 수 있다.

다음 표 3.1.2과 그림 3.1.21은 2017년 전국 건축물 용도별 동 수 현황을 나타내고 있으며, 표 3.1.3와 그림 3.1.22는 2017년 전국 건축물 용도별 연면적 현황을 나타낸다.



Source: 2017 건축물 현황통계, 국토교통부 세움터통계

그림 3.1.21 2017년 전국 지역별 건축물 현황 (동수)

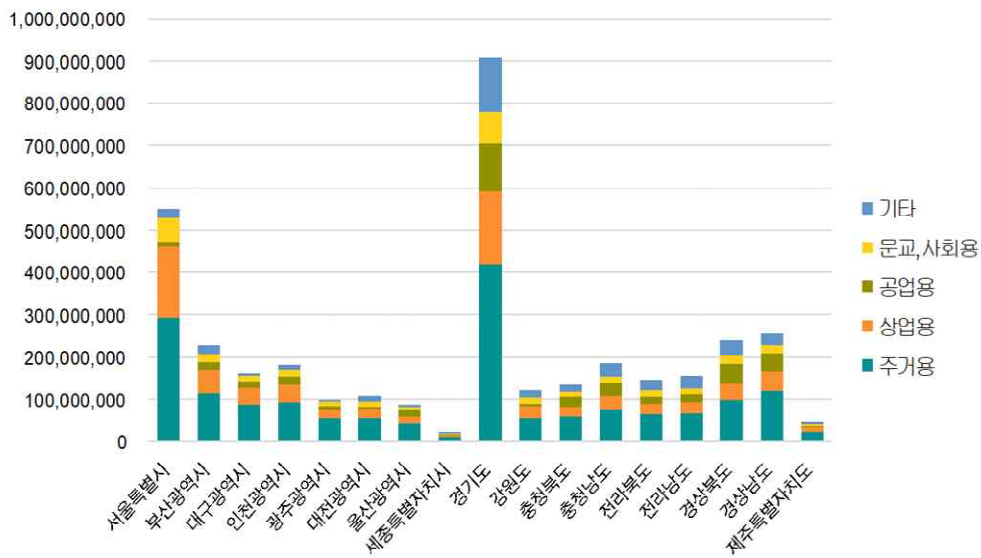


그림 3.1.22 2017년 전국 지역별 용도별 건축물 현황 (연면적, m²)

표 3.1.2 2017년 전국 건축물 용도별 현황 (동수)

자료: 세종터 건축물 현황통계

시도	합계	주거용	상업용	공업용	문교, 사회용	기타
전국	7,126,526	4,612,604	1,246,859	309,519	191,739	765,805
서울특별시	611,368	461,294	127,080	2,761	16,209	4,024
부산광역시	369,947	262,641	69,613	15,152	9,206	13,335
대구광역시	254,247	175,281	50,938	12,979	6,074	8,975
인천광역시	219,752	145,178	43,101	13,755	6,324	11,394
광주광역시	141,693	97,603	32,116	3,811	3,887	4,276
대전광역시	133,784	95,111	26,231	2,842	4,794	4,806
울산광역시	135,576	78,627	28,998	14,351	3,783	9,817
세종특별자치시	33,654	19,317	5,485	2,057	898	5,897
경기도	1,148,790	636,634	243,268	99,925	34,667	134,296
강원도	403,114	267,909	68,490	6,749	13,331	46,635
충청북도	383,295	243,075	58,296	18,324	10,242	53,358
충청남도	523,896	328,414	81,576	22,774	13,653	77,479
전라북도	445,173	269,559	74,345	12,715	14,461	74,093
전라남도	636,734	427,073	90,297	18,325	15,563	85,476

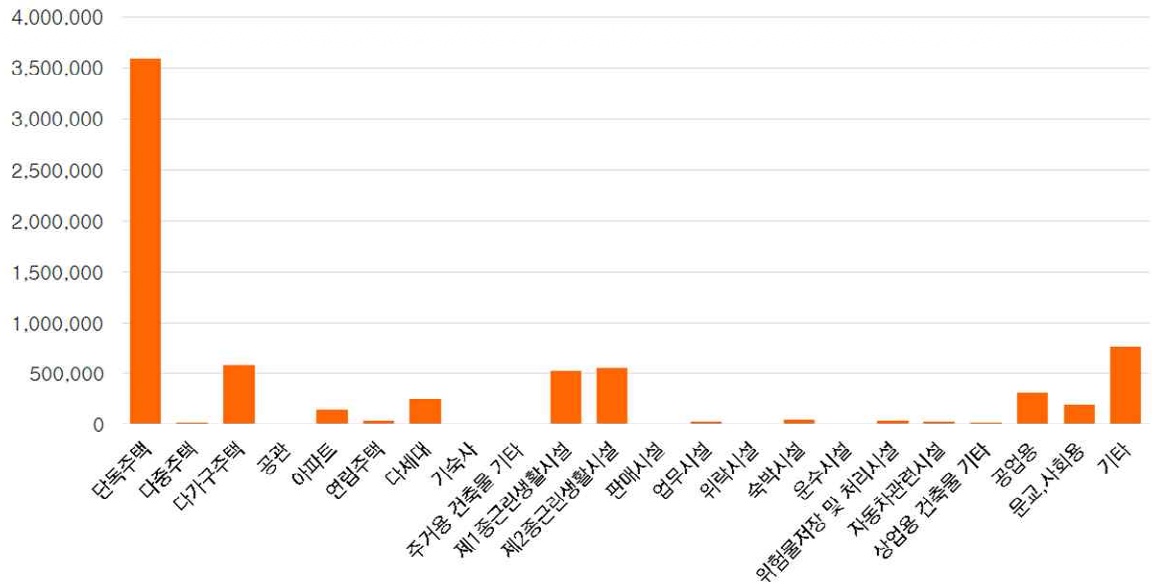
시도	합계	주거용	상업용	공업용	문교, 사회용	기타
경상북도	805,114	518,504	114,159	32,763	19,117	120,571
경상남도	710,098	481,627	106,247	29,221	15,657	77,346
제주특별자치도	170,291	104,757	26,619	1,015	3,873	34,027

표 3.1.3 2017년 전국 건축물 용도별 현황 (연면적(m²))

자료: 세움터 건축물 현황통계

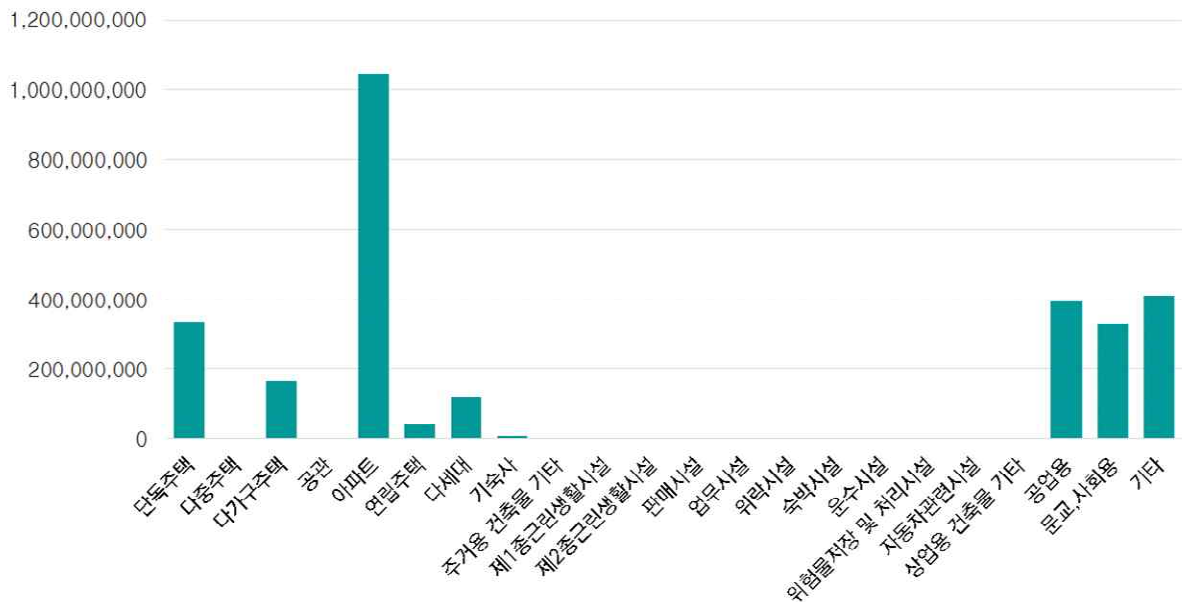
시도	합계	주거용	상업용	공업용	문교,사회용	기타
전국	3,641,933,374	1,718,486,495	785,933,185	396,373,273	329,329,643	411,810,777
서울특별시	550,433,006	292,307,480	169,522,702	11,460,700	56,606,405	20,535,719
부산광역시	229,297,603	112,859,751	56,601,825	18,137,290	19,715,184	21,983,552
대구광역시	163,211,266	86,448,532	41,583,461	14,594,953	13,967,765	6,616,555
인천광역시	181,877,623	92,387,444	41,691,477	20,614,292	15,690,768	11,493,642
광주광역시	98,532,778	53,893,125	21,640,734	7,370,439	11,976,374	3,652,105
대전광역시	107,192,711	53,329,166	22,681,546	4,884,711	13,621,637	12,675,651
울산광역시	87,001,922	40,916,022	16,399,825	17,724,178	6,476,674	5,485,222
세종특별자치시	22,544,573	11,006,775	3,712,447	2,559,767	2,254,644	3,010,939
경기도	909,400,583	418,357,317	173,902,513	112,669,007	72,817,792	131,653,955
강원도	121,746,755	54,871,523	28,540,065	6,263,007	14,629,378	17,442,782
충청북도	135,829,782	58,679,253	23,547,177	24,034,827	11,918,864	17,649,662
충청남도	186,034,981	75,677,993	31,384,558	32,224,371	16,218,240	30,529,819
전라북도	148,087,309	62,915,756	27,081,890	16,140,346	15,348,210	26,601,107
전라남도	157,266,224	65,088,023	28,063,997	17,827,712	14,424,572	31,861,920
경상북도	240,508,351	98,657,511	38,864,056	46,845,603	19,513,827	36,627,354
경상남도	255,718,772	119,648,115	47,238,887	42,281,934	19,285,517	27,264,318
제주특별자치도	47,249,134	21,442,707	13,476,025	740,135	4,863,793	6,726,474

그림 3.1.23과 그림 3.1.24는 각각 2017년 전국 세부용도별 건축물 동수 및 연면적 현황이다.



Source: 2017 건축물 현황통계, 국토교통부 세종터통계

그림 3.1.23 2017년 전국 세부용도별 건축물 현황 (동수)



Source: 2017 건축물 현황통계, 국토교통부 세종터통계

그림 3.1.24 2017년 전국 세부용도별 건축물 현황 (연면적)

이에 따르면 주거용 건축물 중 동수로는 단독주택이 360만동으로 전국 주거용 건축물의 약 77.7%를 차지하고 있고, 그외 다가구 약 58만동 (약 12.7%), 다세대 약 24만동 (약 5.3%), 아파트 약 14만동(약3.1%) 순이다.

연면적으로는 단위 동 당 연면적이 큰 아파트가 가장 큰 비중을 차지하여, 약 1,046백만m²,

주거용 건축물 연면적의 약 60.9%를 차지하고 있으며, 전국 모든 건물 용도 중에서도 약 28.7%로 가장 비중이 크다. 주거용 건물은 이 다음으로 단독주택 약 334백만 m^2 (약 19.4%), 다가구주택 164백만 m^2 (약 9.5%), 다세대 주택 121백만 m^2 (약 7.1%) 순으로 비중을 차지한다.

단독주택은 대부분 연면적이 크지 않은 소형건물이므로, 동수로는 가장 비중이 컸으나, 연면적으로는 아파트에 이어 두번째로 큰 비중을 차지한다. 또 자료에 따르면, 다세대 주택보다는 다가구 주택의 비중이 동수면에서도 연면적 면에서도 높게 나타난다.

그 밖에 서울, 경기도, 대구 지역은 타 지역보다 다가구, 다세대 비중이 높은 편으로 나타난다.

상업용 건축물의 경우, 동수로는 제2종 근린생활시설이 약 56만동, 제1종 근린생활시설이 약 53만동으로 가장 비중이 크고, 그 합이 전체 상업용 건축물의 약 86.9%를 차지한다. 다만, 근린생활시설은 소규모의 다양한 건축물 용도를 포함하는 데, 국내 통계자료에서는 상세 용도를 다시 세분화하기는 어려운 상황이다.

근린생활시설 외에 동수로 가장 많은 상업용 건축물은 숙박시설 약 4만동 (약 3.3%), 자동차관련시설 약 3만동 (약 2.4%), 업무시설 약 2.7만동 (약 2.1%) 순이다.

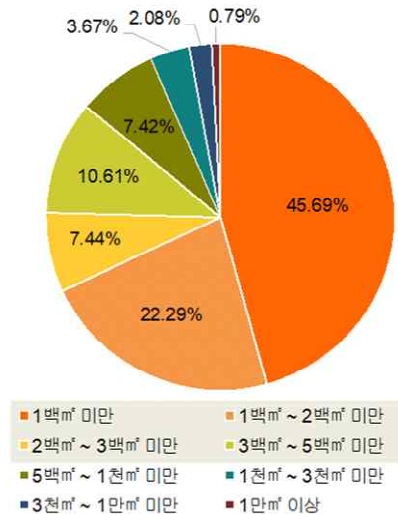
연면적으로도 상업용 건축물은 제2종 근린생활시설이 약 253백만 m^2 , 제1종 근린생활시설이 약 222 백만 m^2 로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 그 밖에 단위 동당 연면적이 큰 업무시설이 약 125백만 m^2 (약 16.0%), 판매시설이 약 57백만 m^2 (약 7.3%), 숙박시설이 약 46백만 m^2 (약 5.8 %), 자동차 관련시설이 약 41백만 m^2 (약 5.2%) 를 차지하고 있다.

지역별로는 근린생활시설의 연면적 비중은 서울 약 46%, 경기 약 66%로 다른 지역보다 월등히 높았으며, 판매시설과 업무시설의 비율도 서울과 경기에서 높게 나타나는 편이다.

따라서 2017년 현재 전국 건축물 연면적에서 차지하는 비중이 가장 높은 건축물 용도는 아파트이며, 기타를 제외하고 공업용 건축물, 문교사회용 건축물, 단독주택, 제1종 근린생활시설, 제 2종 근린생활시설, 다가구주택, 업무시설, 다세대 주택 순이다.

그림 3.1.25는 2017년 전국 건축물의 규모별 동수 현황이다. 이에 따르면, 2017년 전국의 건축물 중 100 m^2 미만의 건축물은 약 325만 동으로 가장 많은 수 (약 46%)를 차지하고 있다. 다음으로 100 m^2 ~ 200 m^2 의 건축물이 약 159만 동, 약 22%를 차지하고, 다음으로 300 m^2 ~ 500 m^2 의 건축물은 약 76만 동, 약 11% 정도이다. 무엇보다 건축물 에너지 절약계획서 제출 대상이 아닌 500 m^2 미만 건축물의 총 비중은 약 86.03%로 전체 건물 재고량의 6/7이 이 소형건물이고, 이들에 대한 관리 강화가 필요할 것으로 보인다.

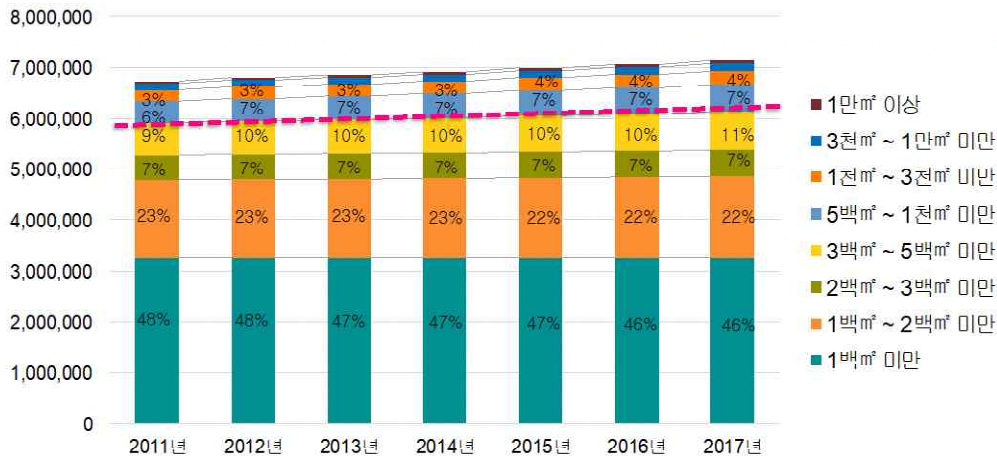
	동	비율(%)
합계	7,126,526	100.00
1백㎡ 미만	3,256,290	45.69
1백㎡ ~ 2백㎡ 미만	1,588,855	22.29
2백㎡ ~ 3백㎡ 미만	529,985	7.44
3백㎡ ~ 5백㎡ 미만	756,192	10.61
5백㎡ ~ 1천㎡ 미만	528,863	7.42
1천㎡ ~ 3천㎡ 미만	261,841	3.67
3천㎡ ~ 1만㎡ 미만	148,306	2.08
1만㎡ 이상	56,194	0.79



Source: 2017 건축물통계집, 국토교통부

그림 3.1.25 2017년 전국 건축물 규모별 현황 (동수)

그림 3.1.26에서 건축물의 총 동수는 해마다 증가하는 양상을 보이고 있으며, 그 중 연면적 100㎡ 미만의 건축물 비율은 다소 감소하는 편이나, 연면적 300㎡ ~ 500㎡의 건축물은 약간 증가하는 경향이 있다.



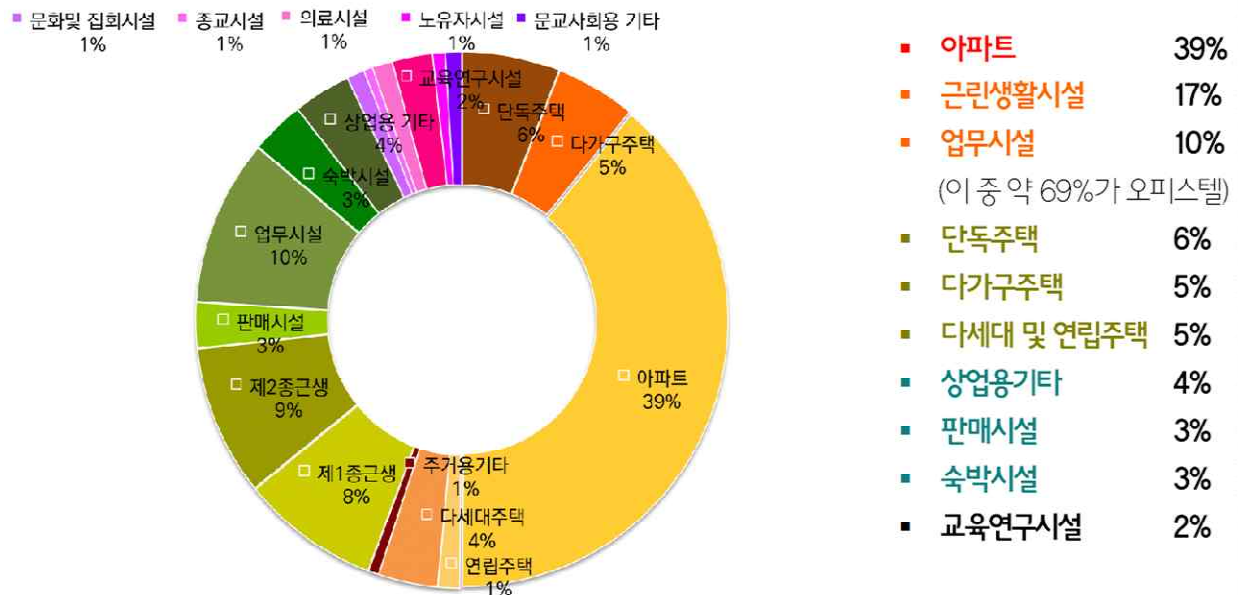
Source: 2017 건축물통계집, 2015 건축물통계집, 국토교통부

그림 3.1.26 전국 건축물 규모별 현황 (동수)

3.1.5 건물 특성에 따른 건축물 인허가 현황

그림 3.1.27은 국토교통부 2017년 건축통계집에 따른 2017년 전국 건축물 용도별 허가현황

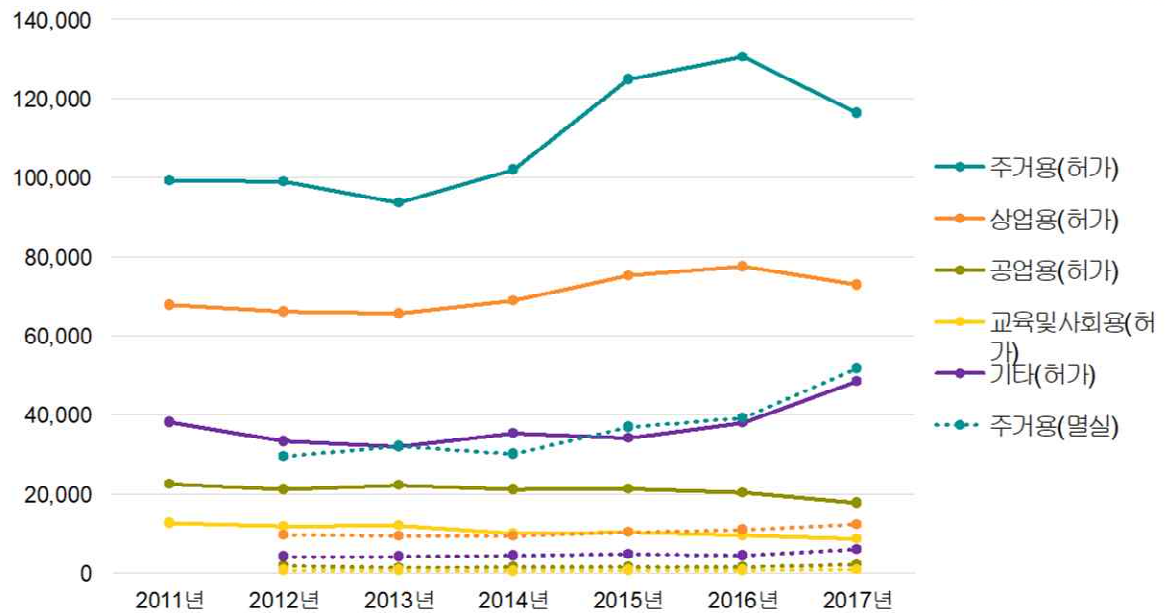
연면적 비중이다. 2017년 전국적으로 건축물 허가 면적이 가장 큰 용도는 아파트 (39%)였으며, 그 다음이 제1,2종근린생활시설(17%), 업무시설(10%)순이었다. 그러나 업무시설 중 약 69%가 주거용 비중이 대다수인 오피스이기 때문에 허가 면적의 50%이상이 주거용이라는 사실을 확인할 수 있다.



Source: 2017 건축물 통계집, 국토교통부

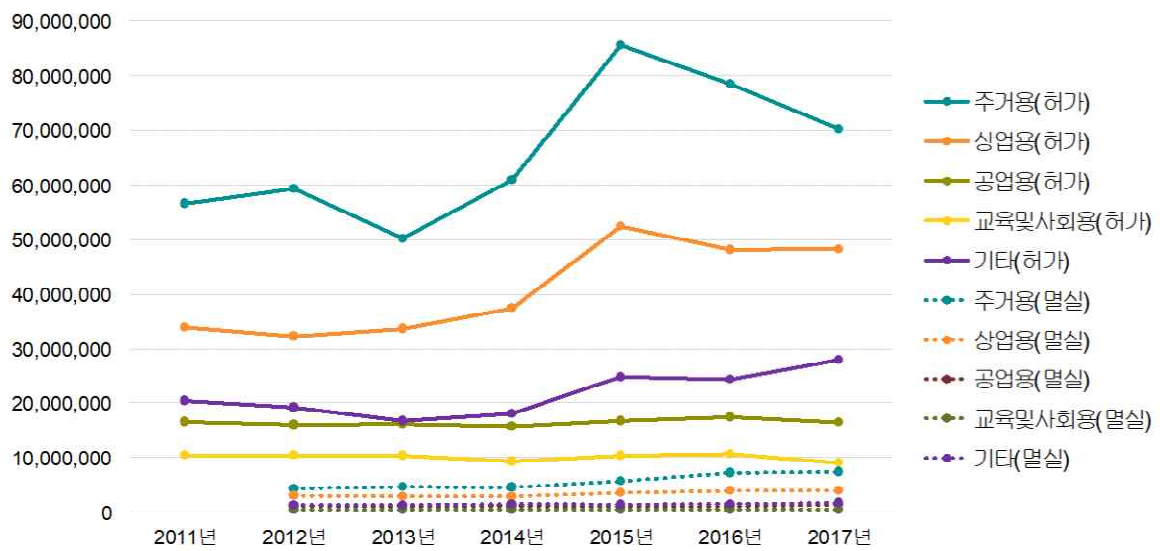
그림 3.1.27 2017년 전국 건축물 용도별 허가현황 연면적 비중 - 공업용 및 기타 제외

또, 그림 3.1.28과 3.1.29은 전국 건축물 용도별 인허가 및 멸실현황의 연도별 변화 추이를 각각 동수와 연면적으로 살펴본 것으로, 주거용 및 상업용 건축물 허가 건 수는 2016년 이후 감소하는 반면, 멸실 건 수는 증가하는 것을 확인할 수 있다. 특히 주거용 건축물의 신축 연면적은 2015년도부터 계속 감소하는 추세를 보이고 멸실 연면적은 소폭 증가하고 있다. 한편 상업용은 2015년에 신축 연면적이 크게 증가한 이후 '16년과 '17년에는 비슷한 수준에서 약간 감소한 것으로 나타났다.



Source: 연도별 건축물 통계집, 2017 건축물 통계집, 국토교통부

그림 3.1.28 전국 건축물 용도별 신축 및 열실 현황 변화 추이 (동수)



Source: 연도별 건축물 통계집, 2017 건축물 통계집, 국토교통부

그림 3.1.29 전국 건축물 용도별 신축 및 열실 현황 변화 추이 (연면적, m²)

그림 3.1.30는 전국 오피스텔의 인허가 현황 변화 추이로서 2017년 총 허가면적은 약 8,765m²로 전체 허가건물의 약 7%를 차지한다. 2015년 이후 이전보다 허가 면적 및 동수 모두 증가하였고, 다만, 연면적의 경우는 매년 비슷한 수준인데 반해 호수가 꾸준히 증가하고 있어, 소형 평수의 오피스텔이 증가하고 있는 것으로 보인다.

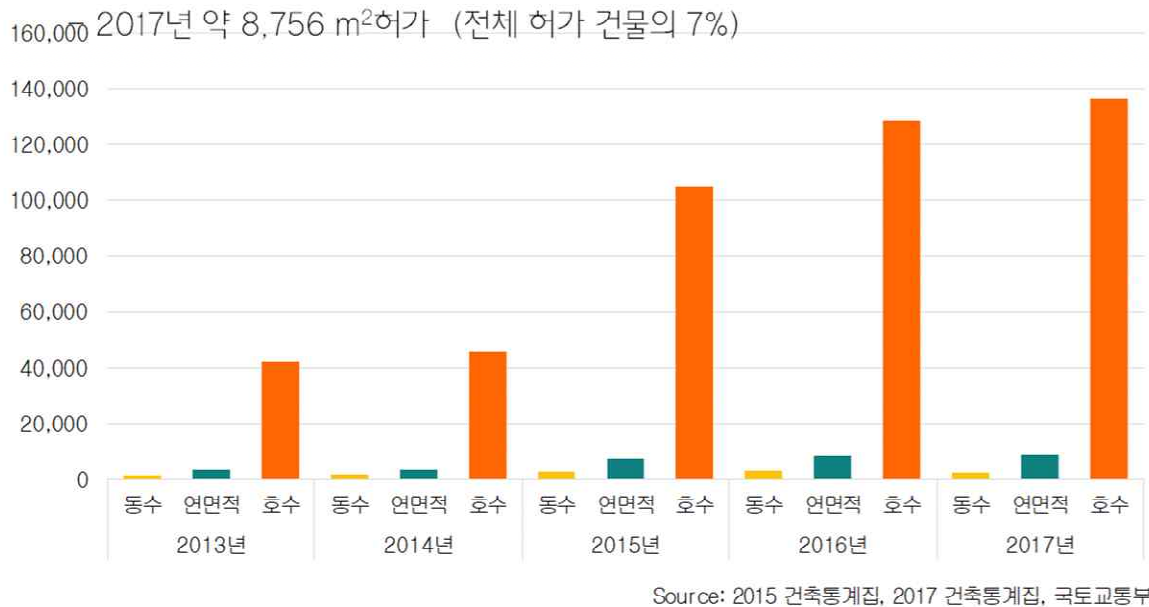


그림 3.1.30 전국 오피스텔 건축물 인허가 현황 변화 추이

그림 3.1.31는 2017년 동수 기준 건축 규모별 인허가 현황이며, 2017년도 허가된 100m² 미만의 건축물은 약 11만 9천여 동(약45.6%)으로 가장 큰 비중을 차지하고, 다음으로 100m² ~ 200m²의 건축물이 약 5만 동(약 19.1%), 300m² ~ 500m²의 약 3만3천 동(약 12.68%) 순이다. 따라서, 규모별 신축건축물의 비중도 기존 건축물의 비중과 유사하게 500m²미만의 건축물이 전체의 84.37%를 차지하고 있다.

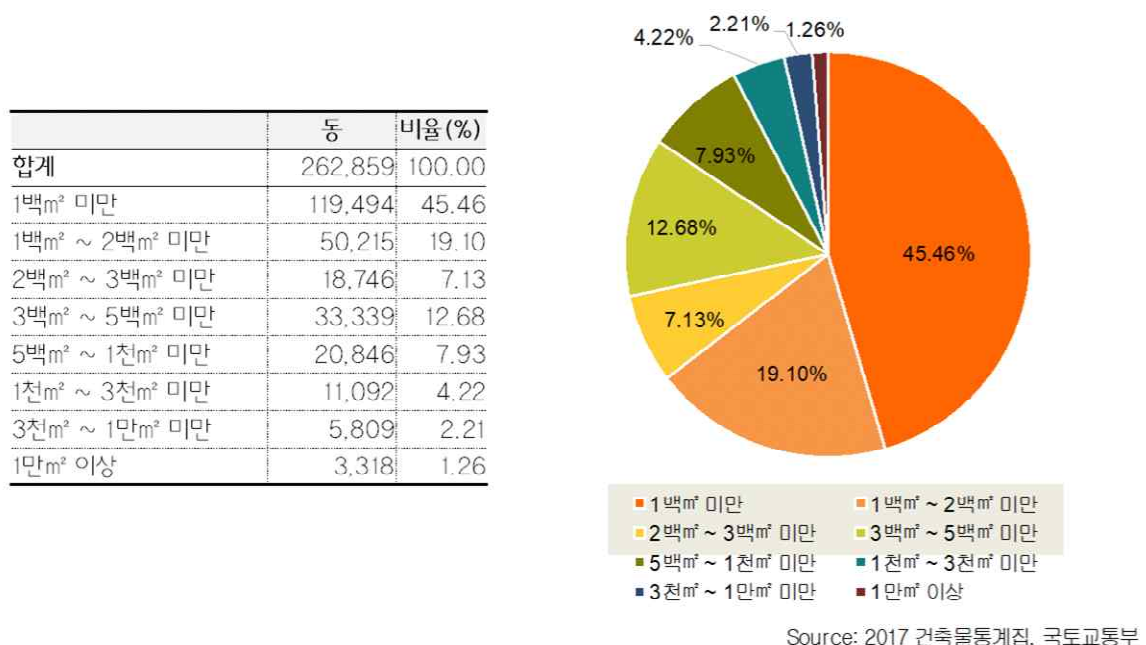


그림 3.1.31 2017 전국 건축물 규모별 인허가현황 (동수)

또, 그림 3.1.532에서 신축건축 인허가 동수는 2016년을 기점으로 다소 감소하고 있기는 하지만, 여전히 500m² 미만의 건축물의 비중은 약 85% 수준을 유지하고 있다.

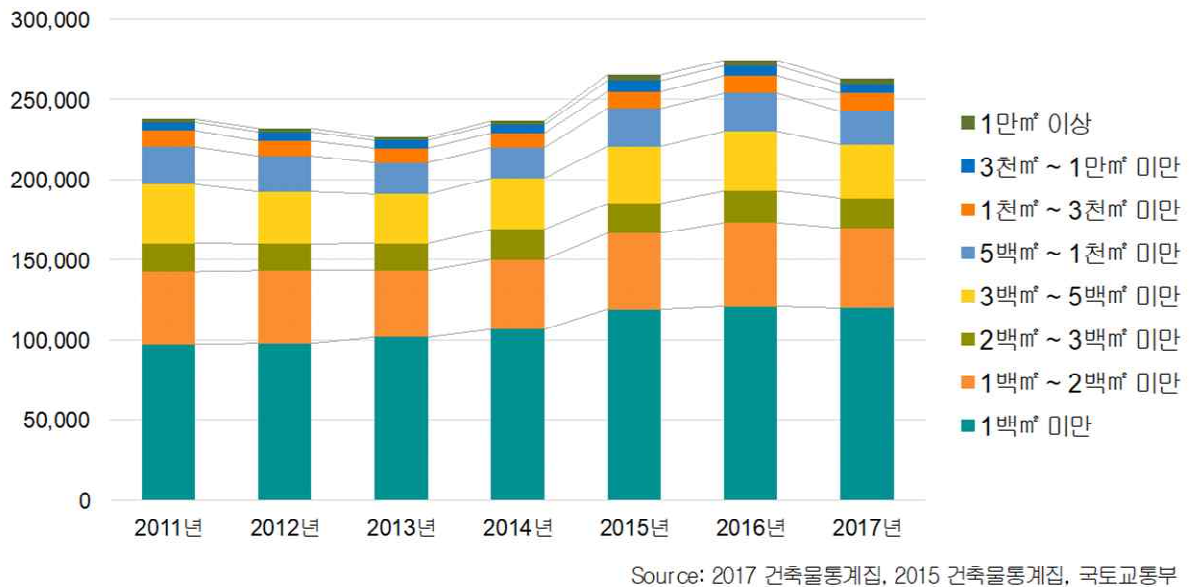


그림 3.1.32 전국 건축물 규모별 인허가현황 (동수)

3.1.6 건물 특성에 따른 노후 건축물 현황

노후건축물 현황을 파악할 때에 우리나라에서 에너지 절약 설계기준이 눈에 띄게 강화되기 시작한 것은 2011년 이후이므로 (단열성능⁴⁾ 2018년 9월 현재의 약 40% 수준) 향후 현재기준으로 10년 이상 노후 건축물이 모두 에너지 절감 잠재량이 크다고 평가할 수 있다. 국토교통부 2017년 건축통계집의 노후건축물 현황에 따르면, 10년 이상 노후건축물의 재고는 2017년 동수 기준으로는 5,913,019 동 (82%), 연면적 기준으로는 2,715,411,263m²(75%)를 차지하고 있어, 국내의 대부분의 건물이 향후 에너지효율화를 위한 주요 관리대상으로 간주될 수 있다. 특히 2018년 9월 현재 대비 단열성능이 30% 이하인 전국의 15년 이상 노후 건축물은 동수 기준으로는 5,322,059 동 (75%), 연면적 기준으로는 2,178,582,048m²(82%) 규모이며, 단열이 전혀 되어 있지 않았던 1980년대 이전, 즉 35년이상 된 건물들의 재고도 약 2,117,329 동, (30%), 연면적 기준으로는 306,034,258m²(11%)를 차지하고 있다.

그림 3.1.33과 그림 3.1.34는 지역별 노후건축물 연면적 현황을 각각 누적막대그래프와

4) 단열성능은 열전달저항(m²K/W)값을 기준으로 함.

100%기준 누적막대그래프로 표현한 것이다. 전체적으로 노후 건축물 재고가 가장 많은 지역은 그림 3.1.6-1에서 볼 수 있듯이 서울과 경기 지역이지만, 35년이상 노후건축물의 비중이 높은 지역은 그림 3.1.6-2 에 나타난 것 처럼 전남 (15%), 경북(13%), 전북(12%), 부산 (12%), 서울(11%) 순이며 , 15년이상의 노후 건축물의 재고비중은 대전(68%), 서울(67%), 부산(64%), 대구(63%), 광주(62%) 순으로, 10년이상 노후 건축물의 재고비중은 서울(82%), 대전(82%), 부산(78%), 광주(77%), 강원(77%) 순으로 나타났다. 반면에 10년 미만 건축물의 재고가 절반을 넘는 지역은 세종시(65%) 뿐이었다.

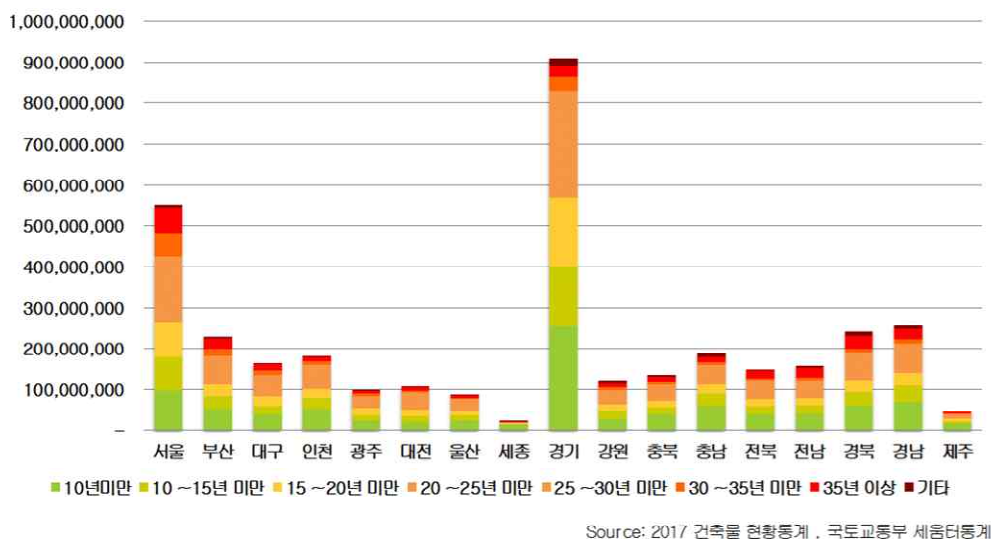


그림 3.1.33 2017년 전국 지역별 노후건축물 현황 (연면적, m²)

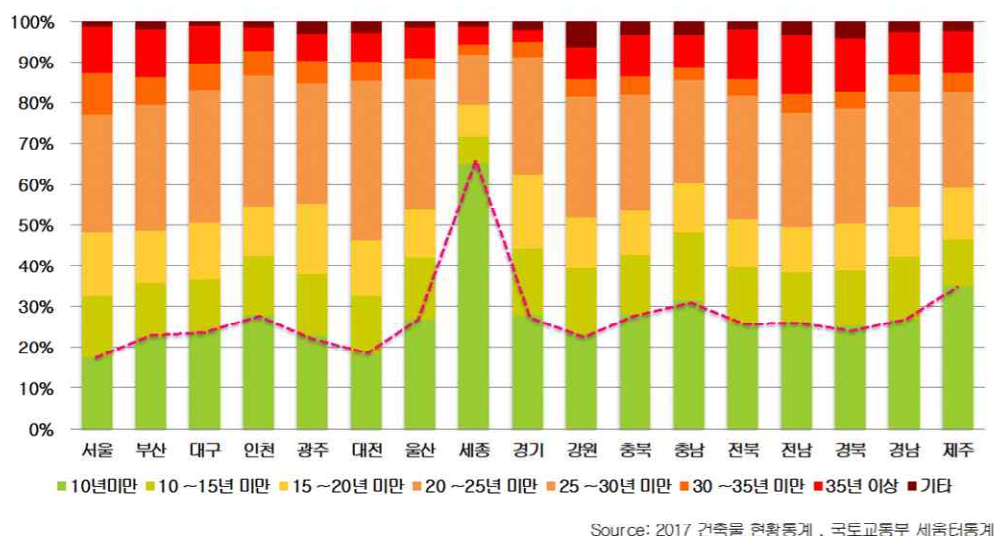
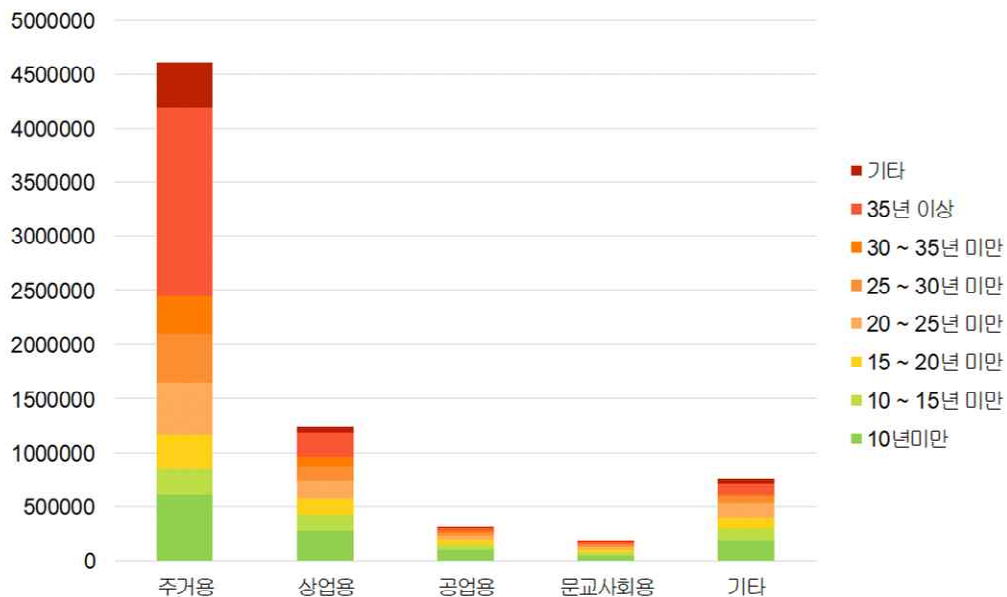


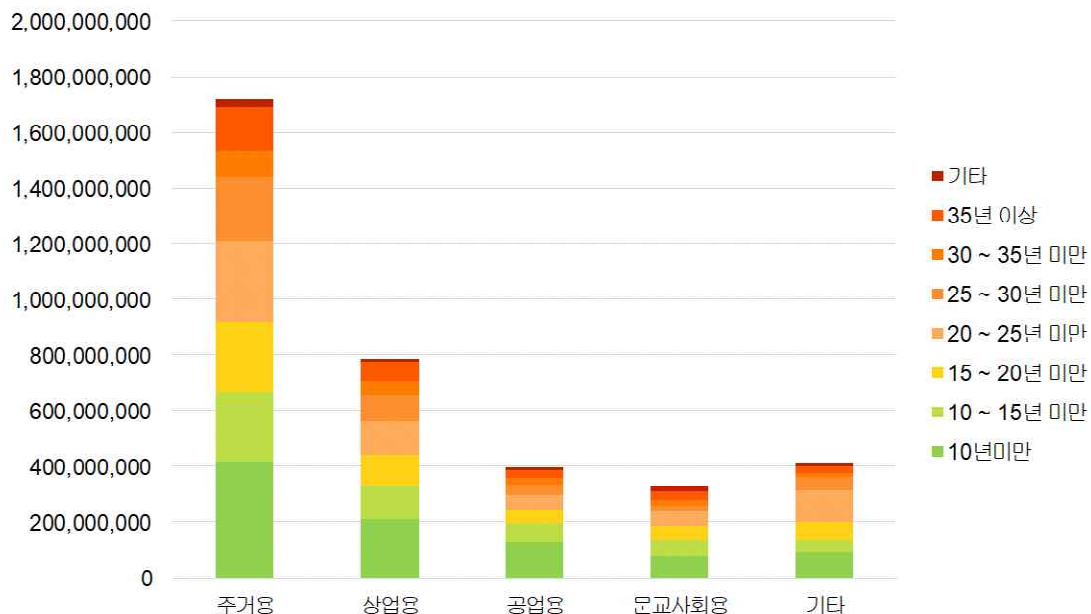
그림 3.1.34 2017년 전국 지역별 노후건축물 현황 (연면적, m²)

용도별 노후건축물 재고는 그림 3.1.35과 그림 3.1.36에서 볼 수 있듯이 주거용 건물의 비중이 높았으며, 특히 동수로는 35년 이상 주거용 건물의 비중이 특히 높게 나타난다. 또, 연면적으로 볼 때는 20년~25년 사이의 주거용 건물 비중이 높았다.



Source: 2017 건축물 현황통계, 국토교통부 세종터통계

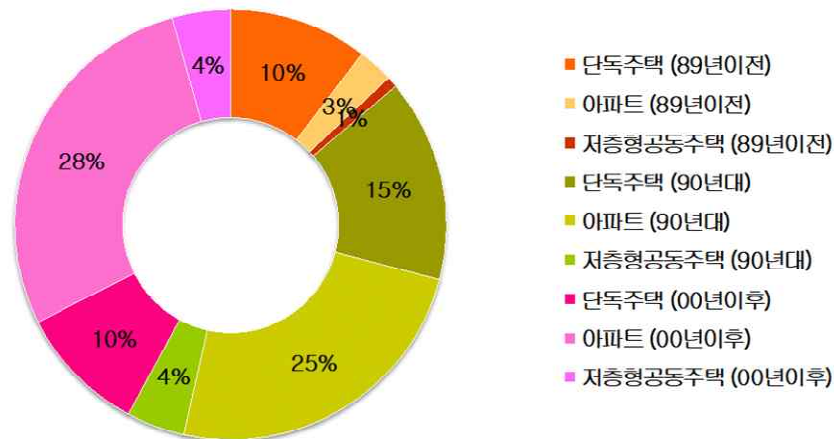
그림 3.1.35 전국 용도별 노후건축물 현황 (동수)



Source: 2017 건축물 현황통계, 국토교통부 세종터통계

그림 3.1.36 전국 용도별 노후건축물 현황 (연면적, m²)

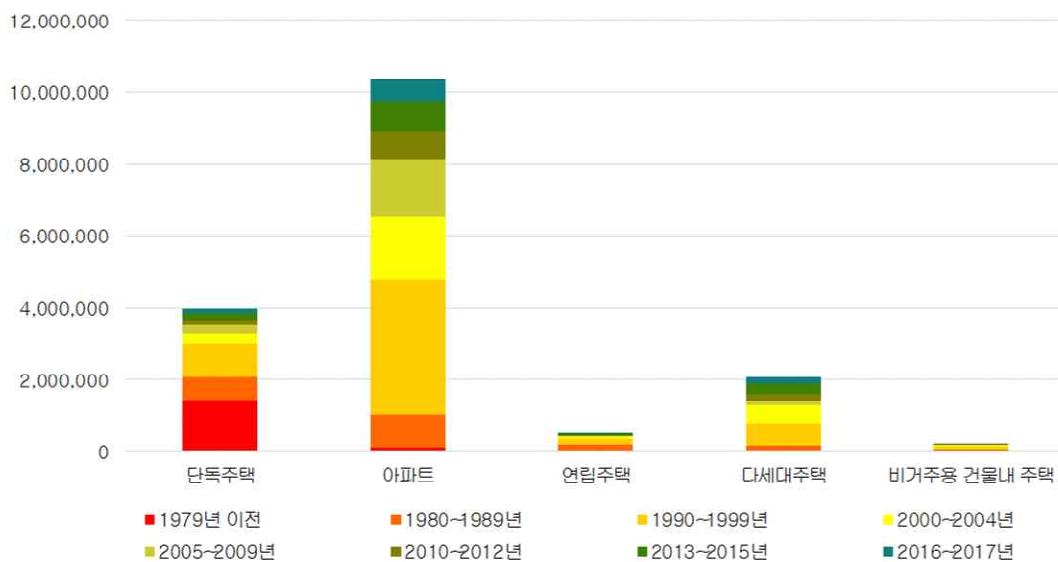
김유민 (2018)은 그림 3.1.37에 나타난 것처럼 주택 유형별 추정 노후 건축물 연면적을 추정하고 있는 데, 이에 따르면 89년 이전에 지어진 30년이상 된 저층주거지 주택이 전체 10년이상 된 주택 재고의 약 11%, 약 134백만m²를 차지하고 있으며, 아파트는 90년대 이후에 급격히 증가해, 89년이전 지어진 아파트 3%와 90년대에 지어진 아파트 25%를 합쳐서 20년 이상된 아파트가 전체의 약 28%, 약 324백만m²에 해당한다. 또 90년대에 지어진 저층주거지 주택은 약 19%, 약 235백만m²가 있다.



- 89년이전 저층주거지주택 약 11% (134백만 m²)
- 90년대 저층주거지 주택 약 19% (235백만 m²)
- 90년대 이전 아파트 약 28% (약 324백만 m²)

Source: '김유민 외 2인, 온실가스로드맵 구축을 위한 가정부문 원단위 산출, 한국건축친환경설비학회, 2018' 자료 재편집

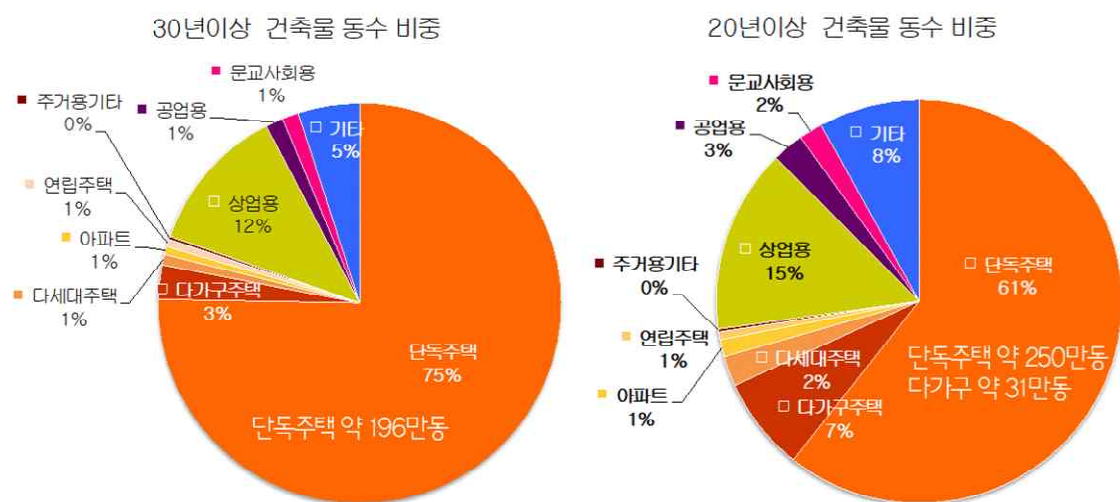
그림 3.1.37 주택 유형별 추정 노후건축물 연면적 (연면적, m²)



Source: 주택총조사, 통계청

그림 3.1.38 2017년 주택종류별 노후도 현황 (동수)

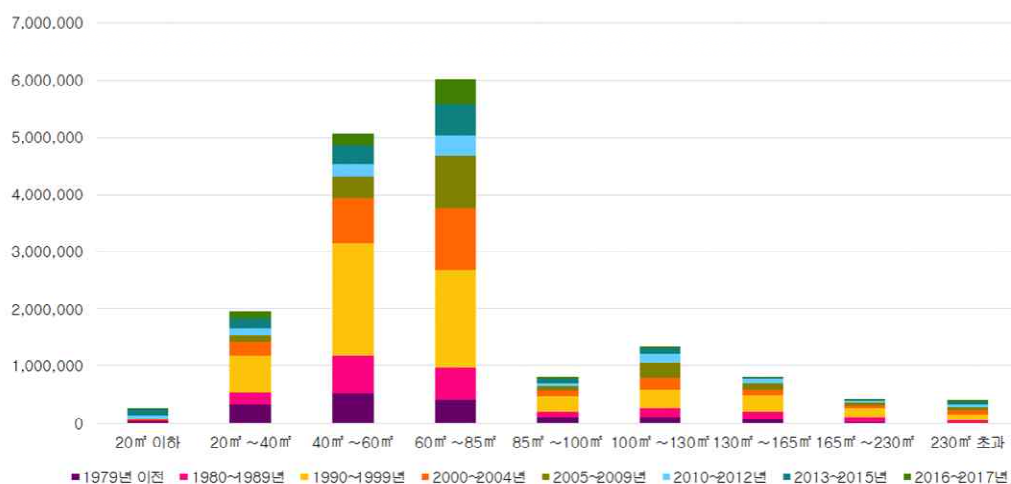
그림 3.1.39에서 전체 30년 이상 건축물 중 단독주택은 약 75%로 약 196만동이며, 그 외 상업용(약 12%)이 가장 많은 비중을 차지한다. 20년 이상 된 건축물 중 단독주택은 약 61%이며, 약 250만 동이다. 그 중 다가구 주택이 31만동을 차지하고 있다.



Source: 2017 건축물 현황통계, 국토교통부 세종터통계

그림 3.1.39 주택 유형별 노후건축물 현황 (동수)

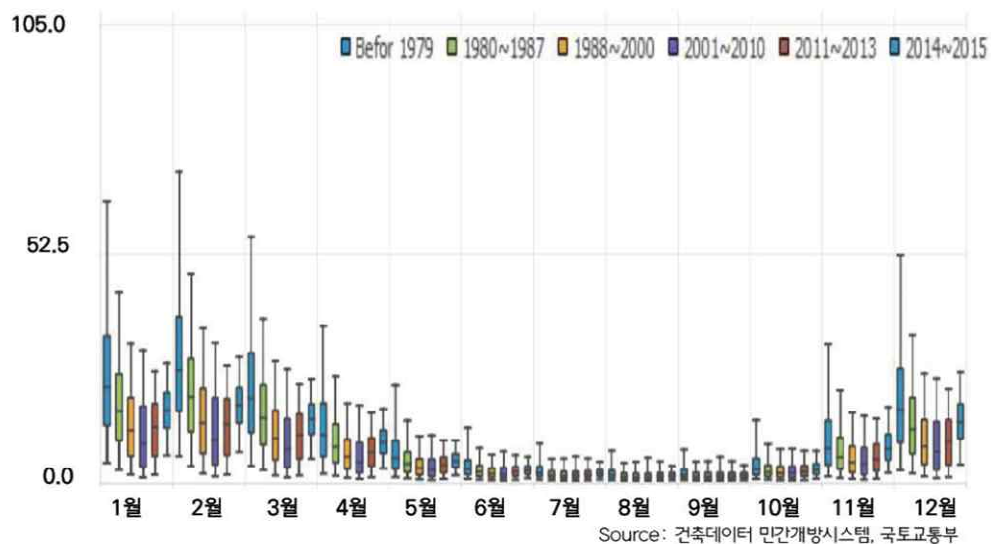
그림 3.1.40에서 주택의 규모별 노후도 현황을 살펴보면, 2000년대 이전의 건물이 가장 많이 분포하는 주택은 40제곱미터~85제곱미터 사이의 주택들임을 확인할 수 있다. 2000년대 이전의 40제곱미터~60제곱미터의 주택은 약 310만 동, 60제곱미터~85제곱미터의 주택은 약 270만 동이 각각 이에 해당한다.



Source: 주택총조사, 통계청

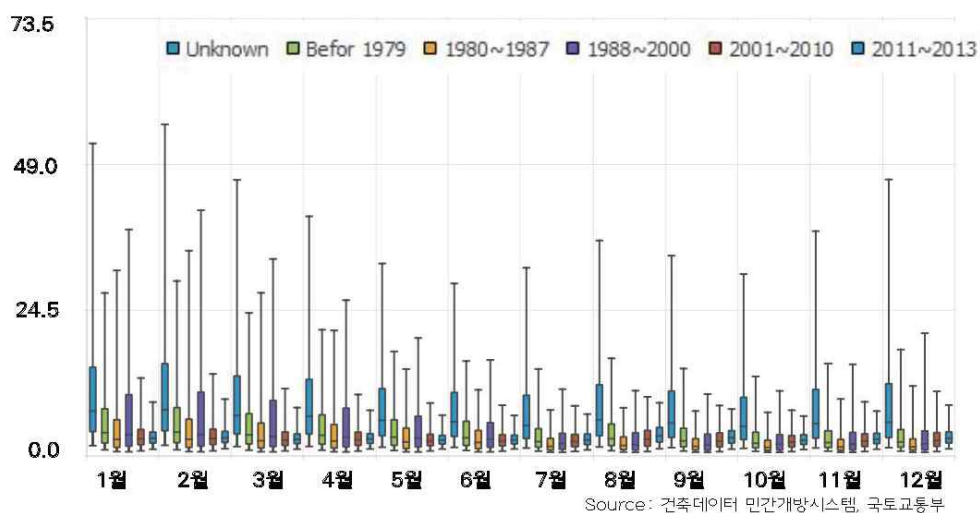
그림 3.1.40 2017년 주택규모별 노후도 현황

그림 3.1.41와 3.1.6-42은 2016년 허가년도별 단독주택 단위면적당 월별 도시가스 소비량 및 전력소비량을 나타낸 것이다. 도시가스의 경우 1979년 이전에 지어진 건물의 겨울철 월별 단위면적당 도시가스 소비량이 월등히 높았으며, 2000년대 초반건축물까지 꾸준히 감소해 오다가 2011년 이후 지어진 건축물들은 단위면적당 에너지 소비량이 다시 증가하는 것으로 나타나고 있다. 전력사용량은 1979년 이전의 주택들의 겨울과 여름철 에너지사용밀도가 높았고, 1988~2000년대에 지어진 건물들도 겨울철 에너지사용밀도가 두번째로 높게 나타났는데, 여름철 피크 사용량은 1979년과 비교해서는 크지 않았다.



(kWh)

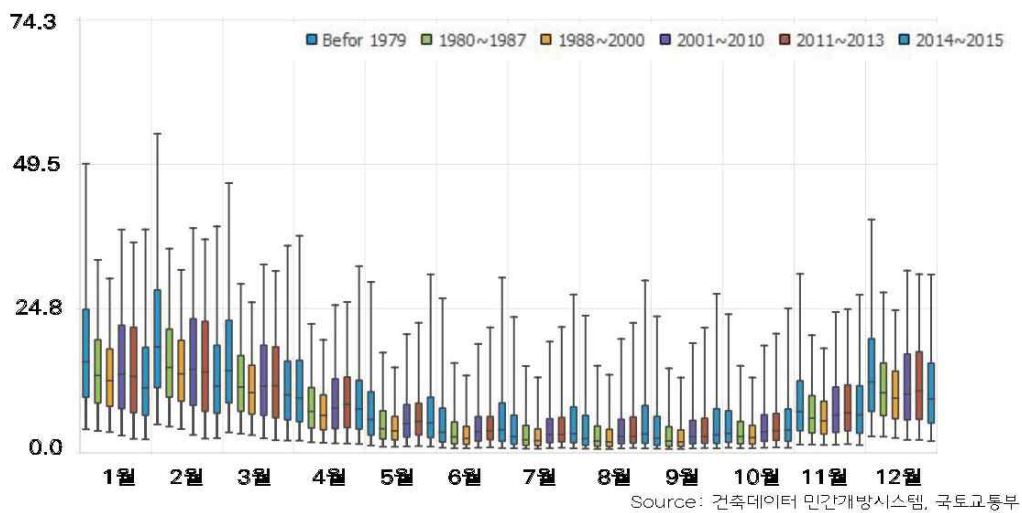
그림 3.1.41 2016년 허가년도별 단독주택 단위연면적당 월별 도시가스 소비량



(kWh)

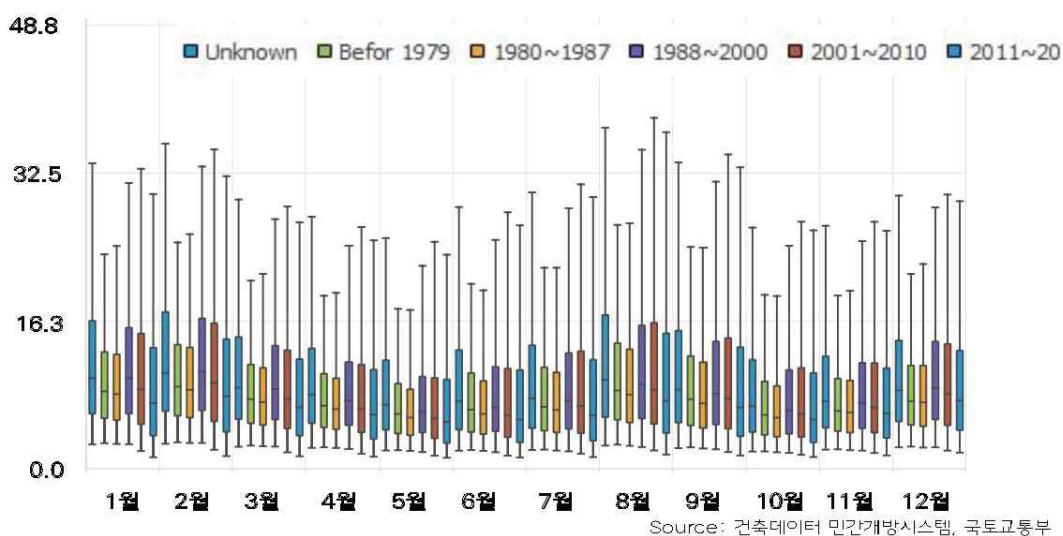
그림 3.1.42 2016년 허가년도별 단독주택 단위연면적당 월별 전력 소비량

그림 3.1.43과 3.1.44는 2016년 허가년도별 근린생활시설의 단위면적당 월별 도시가스 소비량 및 전력소비량을 나타낸 것이다. 근린생활시설도 허가연도가 최근으로 올수록 도시가스와 전기 상자수염 그래프 모두 최하단의 에너지 사용밀도는 감소하는 것으로 나타났으며, 최대 사용량의 경우에는 겨울철 도시가스에서는 1979년 이전 건물이 확실히 높았고, 전력 사용량은 최근에 지어진 건물들의 여름철 에너지 사용밀도가 특히 높았으며, 연중 에너지 사용밀도가 높아지는 것을 확인할 수 있다. 이는 다른 가전 등의 전력사용량이 증가했음을 의미하는 것일 수도 있다.



(kWh)

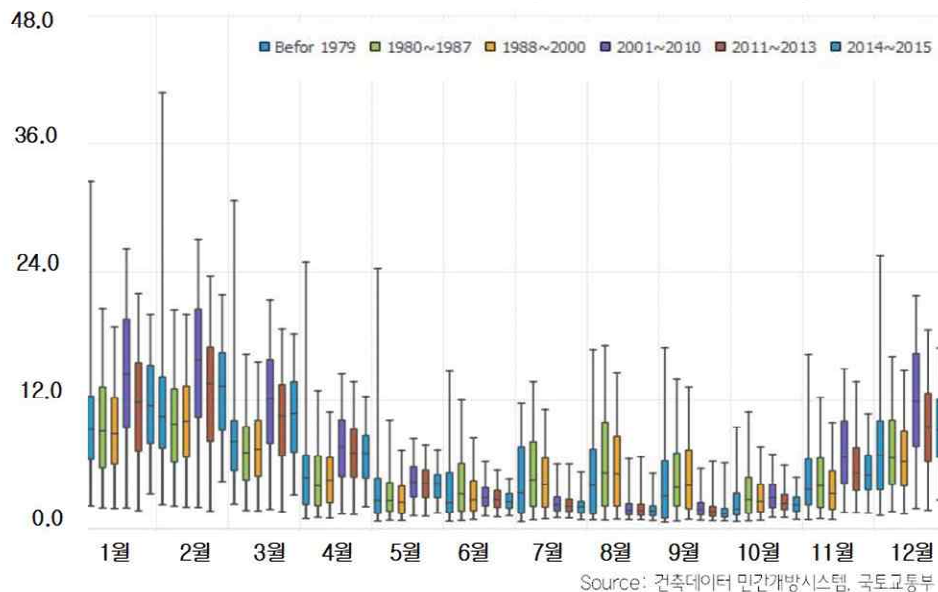
그림 3.1.43 2016도 허가년도별 근린생활시설 단위연면적당 월별 도시가스 소비량



(kWh)

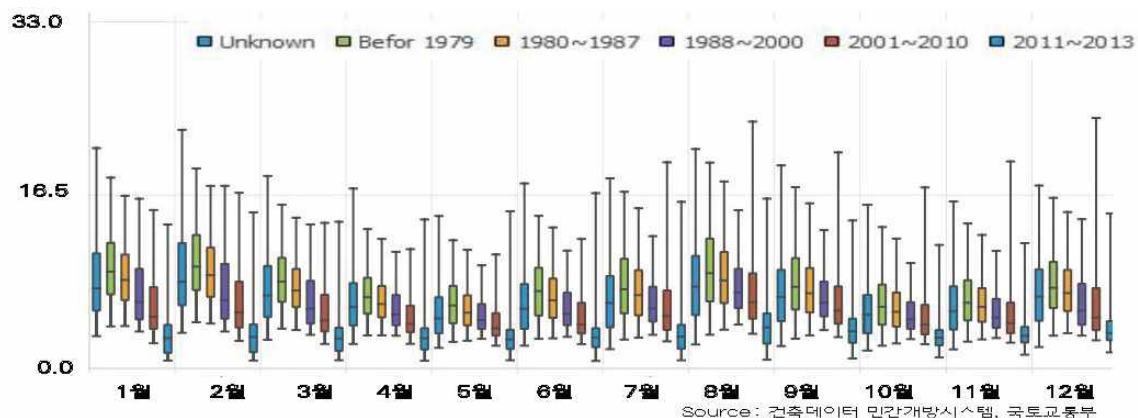
그림 3.1.44 2016년 월별 허가년도별 근린생활시설 단위연면적당 전력 소비량

그림 3.1.45과 3.1.46는 2016년 허가년도별 업무시설의 단위면적당 월별 도시가스 소비량 및 전력소비량을 나타낸 것이다. 2000년 이전 업무시설의 도시가스 소비량에 여름철 피크가 나타나는 것으로 보아 이 시기에 지어진 일부 건축물들이 도시가스 냉방을 하고 있는 것으로 추측할 수 있다. 상자수염 그래프의 최대치는 1979년 이전 건축된 업무시설의 겨울철 도시가스 소비량에서 나타나지만 전반적으로 2001-2010년 사이에 건축된 업무시설의 겨울철 도시가스 소비량이 그 이전에 지어진 건축물 보다 오히려 높게 나타나, 커튼월 건축물 확산이나 다른 건축적 원인이 있을 것으로 추정된다. 전력소비량의 경우 겨울철에는 전반적으로 노후도가 오래될수록 에너지사용밀도가 증가하는 것으로 나타났으나, 여름철에는 상자수염 그래프의 최저값은 1988-2000년에 지어진 건축물이 에너지 사용밀도가 증가하는 것으로 나타났다. 또, 2011~2013년 이후에 지어진 업무시설의 전력사용량은 계절에 무관하게 낮은 수준으로 유지되어 긍정적인 신호로 보인다.



(kWh)

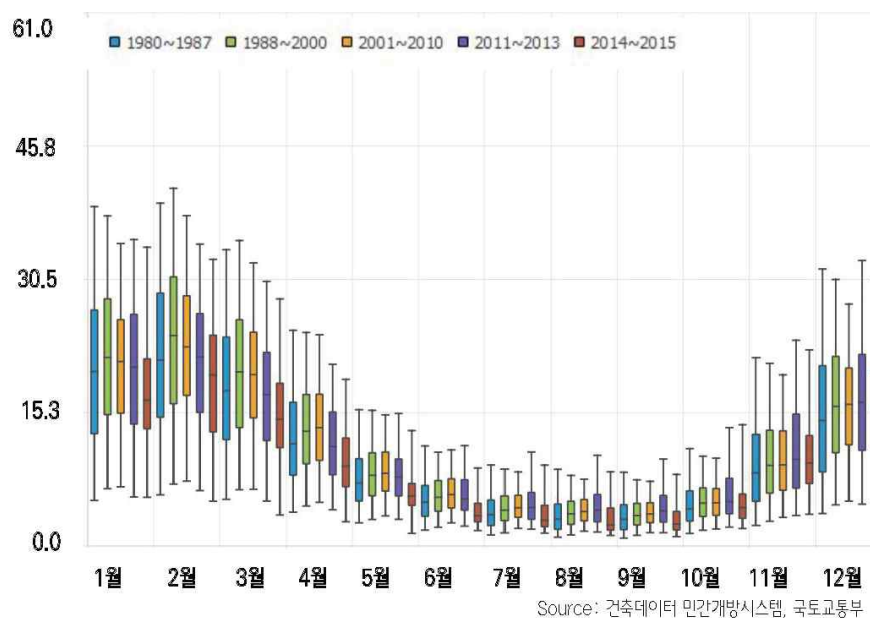
그림 3.1.45 2016년도 월별 허가년도별 업무시설 단위면적당 도시가스 소비량



(kWh)

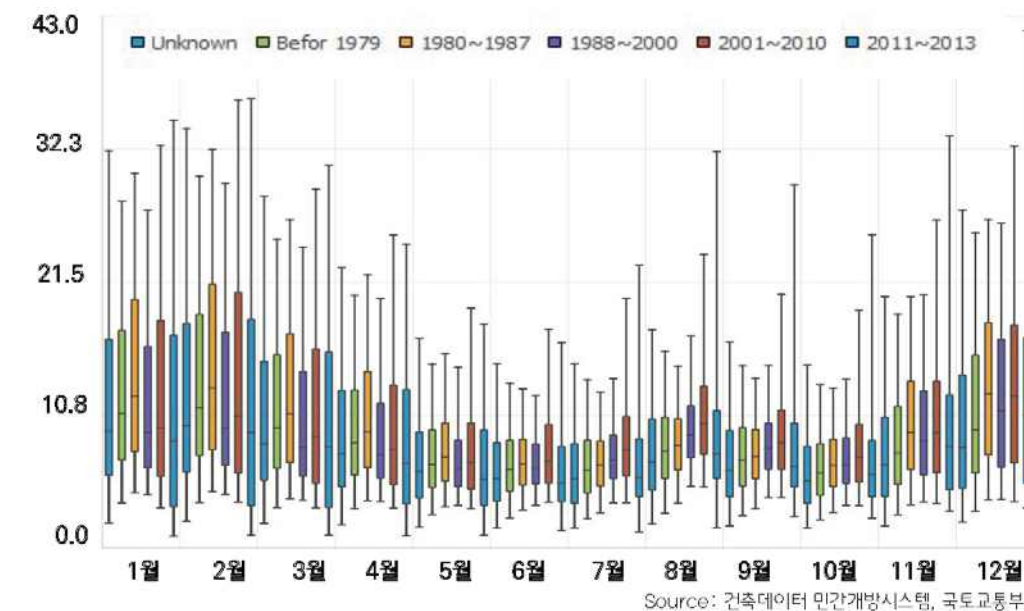
그림 3.1.46 2016년도 월별 허가연도별 업무시설 단위면적당 전력 소비량

그림 3.1.47와 3.1.48은2016년 허가연도별 숙박시설의 단위면적당 월별 도시가스 소비량 및 전력소비량을 나타낸 것이다. 도시가스의 경우 1980년 이전에 허가된 건물에 대한 자료가 충분치 않았으며, 최근에 지어진 건물일수록 겨울철 도시가스 수요가 다소 감소하는 것으로 보인다. 겨울철 전력 소비의 경우 1980-1987년도 건물의 전력수요가 높은 편으로 나타나는데 이 부분은 전력을 사용한 난방이 숙박시설에서 이 시점을 중심으로 더 많이 보급되었기 때문일 수도 있다. 또, 여름철과 겨울철의 전력수요 최대치는 최근에 지은 건물에서 나타나고 있어, 이 부분에 대한 원인 파악과 관리가 필요할 것으로 보인다.



(kWh)

그림 3.1.47 2016년도 월별 허가연도별 숙박시설 단위면적당 도시가스 소비량



(kWh)

그림 3.1.48 2016년도 월별 허가년도별 숙박시설 단위면적당 전력 소비량

3.1.7 에너지 다소비 건물의 에너지 소비 현황

에너지합리화법 시행령 제35조는 에너지 다소비 건물이 아닌 ‘에너지다소비사업자’를 연료, 열 및 전력의 연간 사용량의 합계가 2,000 TOE이상인자로 정의하고 있다. 에너지 합리화법 제 31조 제 1항에 따라 에너지 다소비사업자는 매년 1월 31일까지 전년도 에너지 사용량 및 제품생산량, 에너지 사용기자재 현황 등을 지역 시도지사에게 신고하도록 되어 있다. 에너지 다소비 건물은 이 중 해당 건물에서 사용하는 에너지 사용량 합계가 2,000TOE이상인 경우라고 할 수 있다.

한국에너지공단에서 매년 발표하는 에너지사용량 통계는 이 다소비사업자들의 에너지 신고데이터를 집계한 결과로 볼 수 있다. 2017년 에너지사용량 통계(한국에너지공단 (2018))에 따르면 2017년 현재 건물 부문의 에너지다소비사업자 신고업체 수는 약 1,245개로 전체 에너지다소비사업자 중 업체수로는 약 26.6%로 가장 많은 비중을 차지하고, 에너지사용량은 약 2,765천 toe를 소비, 약6.1%의 비중을 차지하고 있다. 신고업체수는 2000년 596개에서 2배 이상 증가하였으며, 2016년 1202개 대비 약 3.6% 증가하였다.

대부분의 건물부문 에너지 다소비사업자의 사용량 규모는 2천~5천 toe 구간에 분포되어 있다. 2천이상 3천 toe 미만 배출 사업체가 482 개 (38.7%), 3,000toe이상 5천 toe이상이 432개 (34.7%)로 전체의 73.4%를 차지하는 반면, 3만 toe이상 배출하는 다소비 업체는 12개

(0.9%)에 그쳤다. 또 건물부문 다소비사업자의 에너지 사용량 중 가장 많은 비중을 차지하는 다소비 사업자의 사용량 규모는 3천 toe이상 10,000toe이상 규모로 나타난다.



그림 3.1.49 건물부문 에너지 사용량 구간별 에너지다소비사업자 현황

자료: 2017년 에너지사용량통계, 한국에너지공단 (2018)

다음 그림 3.1.50은 2000년과 2010년, 2017년의 건물부문 에너지다소비 사업자의 부문별 에너지 사용량 비중을 비교한 것으로 석유류는 15%에서 3%로 감소하였고, 가스류는 47%에서 31%로 소폭 감소, 전기류는 31%에서 66%까지 두 배이상 증가한 것으로 나타났다.

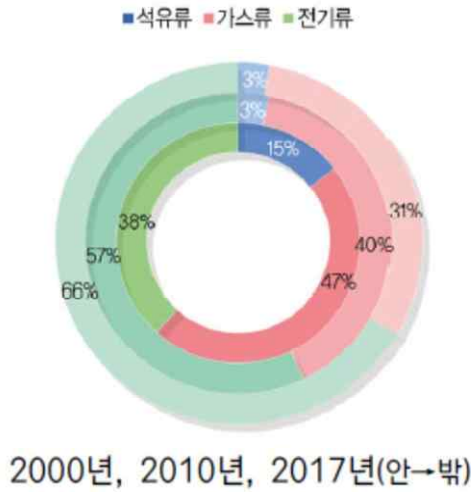


그림 3.1.50 에너지다소비건물 사용에너지 원별 비중 변화 추이

자료: 2017년 에너지사용량통계, 한국에너지공단 (2018)

또 다음 그림 3.1.51에서 업종별 부문별 에너지사용량 비중에서 난방비중이 큰 아파트, 호텔, 병원 등의 가스 소비가 상대적으로 높고, IDC(전화국)의 경우는 전력이 에너지사용량의 대부분을 차지하는 것으로 보인다.

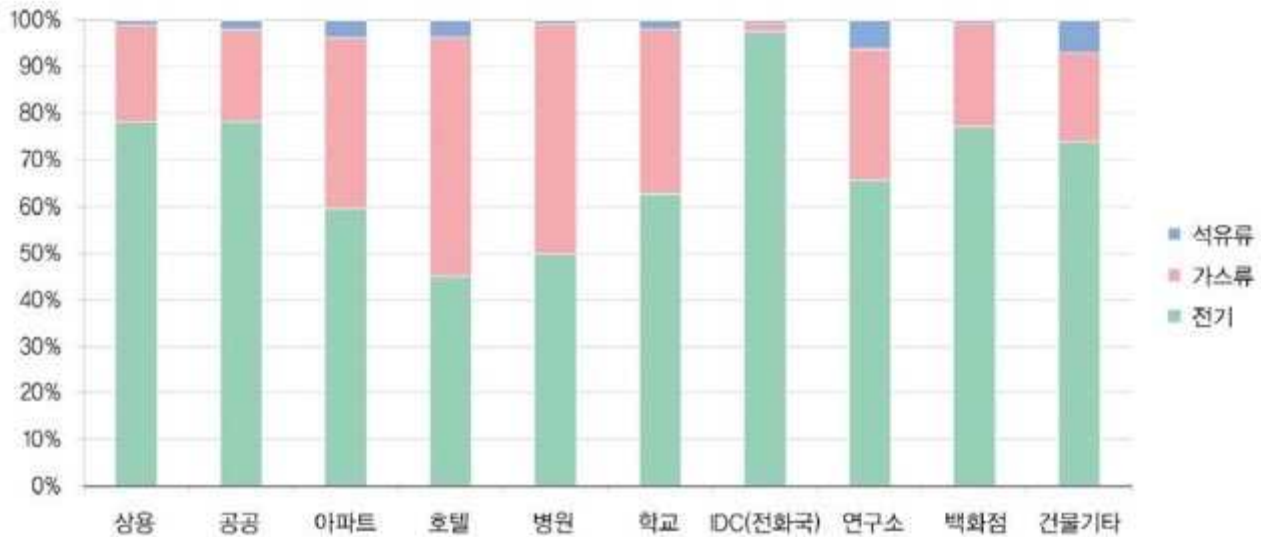


그림 3.1.51 2017년 에너지다소비건물 업종별 사용에너지원 비중

자료: 2017년 에너지사용량통계, 한국에너지공단 (2018)

그림 3.1.52는 2017년 에너지다소비건물의 업종별 에너지 소비비중과 온실가스 배출비중을 나타낸 것으로 에너지 소비비중은 2017년 에너지사용량 통계에 따른 것이며, 온실가스 배출비중은 2017년 에너지통계의 에너지원별 소비량 데이터에 온실가스 배출 환산계수를 적용하여 산출한 결과이다. 두 비중은 거의 유사하나 전력 소비비중이 큰 IDC, 공공, 상용, 백화점 등의 비중이 온실가스 배출 비중에서 약간 더 높게 나타난다. 업종별로는 아파트 학교 백화점 순으로 에너지 소비량 및 온실가스 배출량이 많았다.

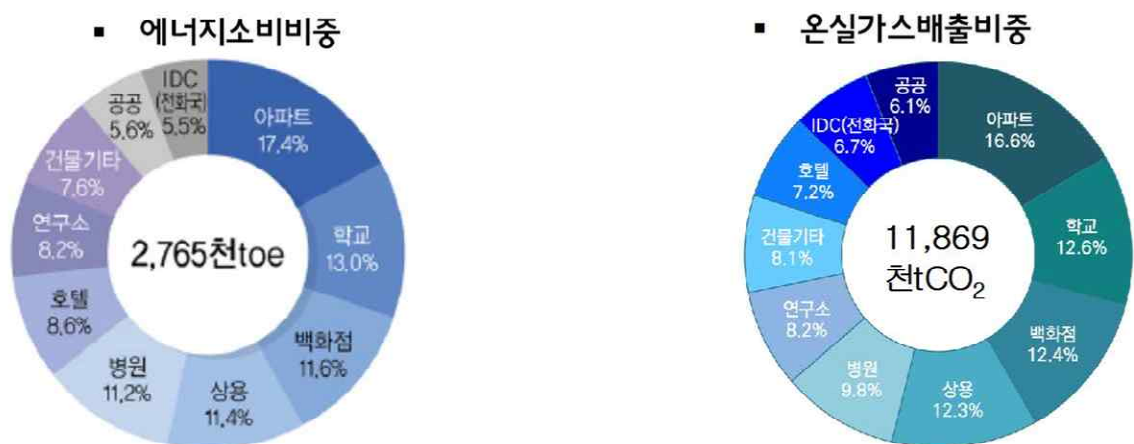


그림 3.1.52 2017년 에너지다소비건물 업종별 에너지 소비비중 및 온실가스 배출 비중

자료: 2017년 에너지사용량통계, 한국에너지공단 (2018)/ 2017 에너지통계, 산업통상자원부

다음 그림 3.1.53은 2017 에너지사용량 통계에 나타난 연도별 업종별 에너지 소비량 변화를 꺾은선 그래프로 그린 것이다. 아파트의 경우는 에너지사용량 비중이 가장 높지만 2000년 대 점차 감소하여 2010년 이후 에너지소비량이 거의 증가하지 않고 안정화 추세에 접어든 것으로 보이며, 상용건물은 2017년 전년대비 약 22.4% 줄어든 것으로 나타났다. 반면, 가장 가파른 증가세를 나타내는 것은 연구소와 IDC로, 연구소는 전년대비 약 9.9%, 2000년 대비 약 80% 증가하였고, IDC(전화국)은 2017년 전년대비 약 113.6%, 2000년 대비 약 86.7% 증가로 작년에 특히 급격한 증가세를 나타내었으며, 최근의 IT산업의 성장 및 데이터센터의 확산과 관련된 것으로 추정할 수 있다. 데이터센터의 증가는 전세계적으로도 급격한 증가가 예상되고 있는 부분으로 향후 우리나라도 이에 대한 관리체계를 정비해야 할 필요가 있는 것으로 보인다.

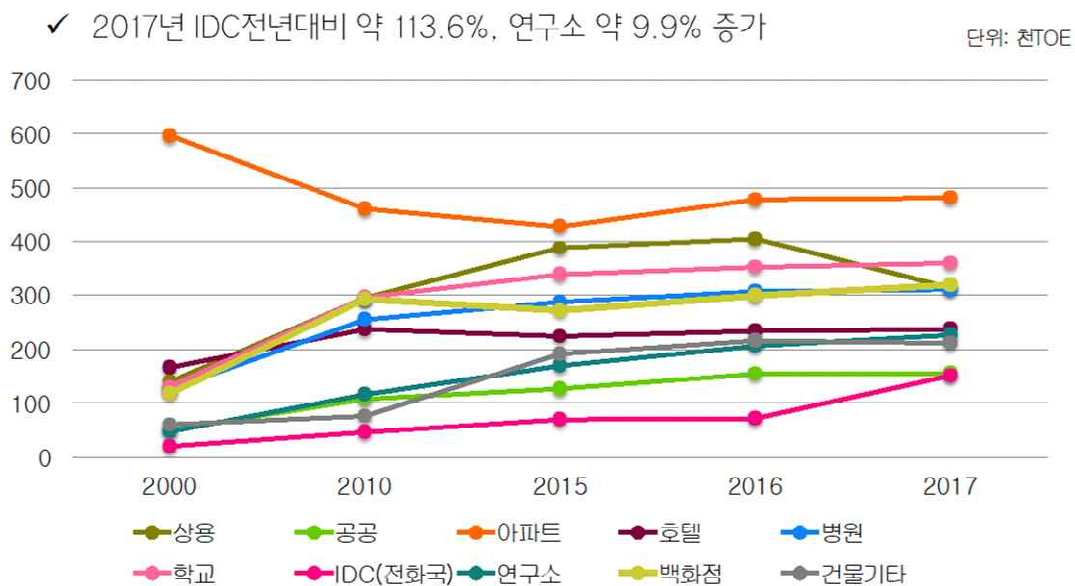


그림 3.1.53 에너지다소비 건물 용도별 연도별 에너지 사용량 변화 추이

자료: 2017년 에너지사용량통계, 한국에너지공단 (2018)/ 2017 에너지통계, 산업통상자원부

또, 서울시 조사에 따르면 2017년 서울시 소재 에너지 다소비 건물 총 333개소 중 112개소는 전년 대비 에너지 사용량이 증가한 것으로 나타났다. 서울지역 에너지 다소비건물은 2012년 271개소에서 2017년 333개소로 22.8% 증가했으며, 에너지 사용량도 같은 기간 1,677천 TOE에서 1,933천 TOE 15.3% 증가했다.

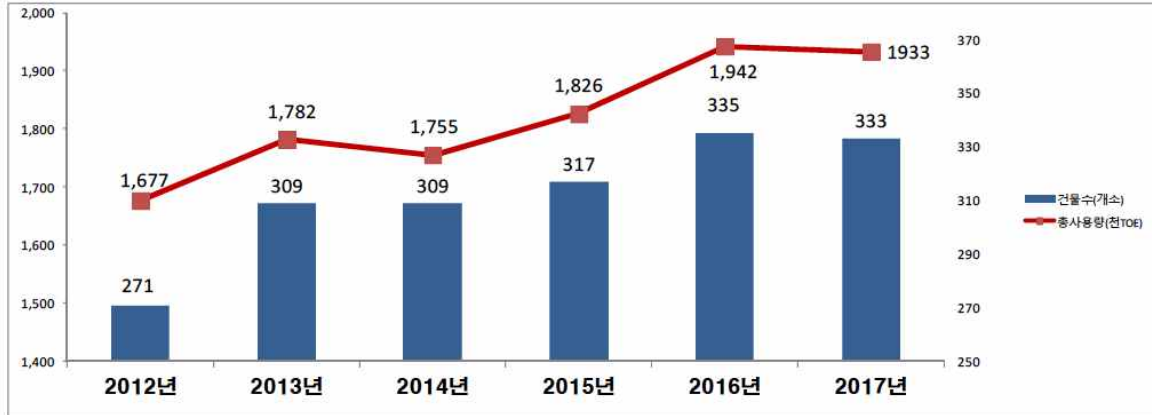


그림 3.1.54 2012~2017년 서울시 에너지 다소비건물 수 및 에너지 총 사용량

자료: 서울시 녹색에너지과

서울시는 매년 에너지사용량이 많은 에너지다소비사업자를 에너지 소비 총량 순과 단위면적당 에너지 소비 순위로 나누어 발표하고 있는 데, 최근 에너지 다소비사업자 에너지 사용 상위 랭크에 데이터센터들이 속속 증가하고 있다. 또, 데이터 센터 중 에너지 최다 사용 순위는 1위 KT목동IDC, 2위는 LG U+ 서초IDC센터, 3위 는 LG U+ 논현 IDC, 4위는 LG가산디지털센터(가산IDC), 5위는 SK Telecom(성수동 사옥), 6위 SKbroadband(주)서초1센터, 7위 서울특별시농수산물식품공사, 8위 세종텔레콤 주식회사, 9위 LG U+ 서초IDC2센터, 10위 SKbroadband(주)서초2센터로 나타나고 있다.

데이터 센터의 에너지 사용량 증가 및 규모는 아래 표 3.1.4 에너지 다소비 건물 용도별 단위면적당 에너지 사용량 데이터로도 추정할 수 있다.

표 3.1.4 서울시 에너지 다소비건물 용도별 단위면적당 에너지 사용량 (단위: TOE/m²)

자료: 서울시 녹색에너지과

건물용도	통신사	병원	상용	공공	호텔	연구소	백화점	대학교
사용량	0.357	0.070	0.069	0.067	0.063	0.061	0.048	0.032

한국 IT서비스산업협회 (2015)의 조사에 따르면, 국내 데이터 센터 전체 PUE평균은 2.66 수준이며, 민간기업과 정부, 지자체, 공공기관의 PUE값은 각각 1.79, 3.24로 민간 평균인 1.79와 공공 PUE는 약 1.45의 차이를 나타내고 있어 공공 데이터 센터의 에너지 효율향상이 시급해 보인다. 표 3.1.7-2는 국내 데이터센터 PUE현황이다.

표 3.1.5 국내 데이터센터 PUE

자료: 송준화 외 (2015) 데이터 산업 육성을 위한 기반 조성 연구조사, 한국 IT 서비스산업협회

구분		PUE	평균
민간	IT 서비스	1.81	1.79
	통신사업자	1.77	
공공	정부 및 공공기관	3.18	3.24
	지자체	4.20	
	연구소	2.34	
전체평균			2.66

또, 한국 IT서비스산업협회 (2015)의 자료에 따르면, 데이터센터 최대 전력사용량은 대부분 7월(35.0%)과 8월(22.5%)에 나타나는 것으로 보고하고, 겨울철에는 12월에 10%, 2월에 7.5%, 1월과 3월 5.0% 정도에 그치고 있다.

항목	비율
1월	5.0%
2월	7.5%
3월	5.0%
4월	0.0%
5월	2.5%
6월	7.5%
7월	35.0%
8월	22.5%
9월	5.0%
10월	0.0%
11월	0.0%
12월	10.0%
합계	100%

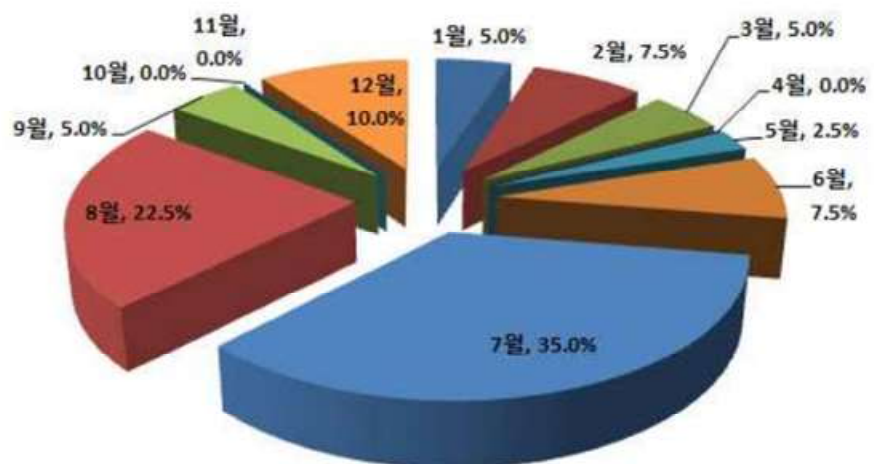


그림 3.1.55 국내 데이터센터 최대 전력 월별 사용 현황

자료: 송준화 외 (2015) 데이터 산업 육성을 위한 기반 조성 연구조사, 한국 IT 서비스산업협회

또다른 에너지 다소비 건물 그룹은 목표관리제 대상 건물이다. 목표관리제 대상은 2014년

1월 1일 이후 온실가스 배출량 15,000CO₂톤 이상 80TJ이상 에너지 소비를 하는 사업장이다.

다음 그림 3.1.56과 3.1.57은 각각 연도별 환경부 목표관리 건물 업종별 에너지사용량과 탄소배출량을 나타낸다. 환경부 목표관리건물은 전체 건물부문 온실가스 배출량의 약 9%를 차지한다. 이 중 2017년 도매 및 소매업이 약 8,327천tCO₂, 교육 및 서비스업이 약 1,662천tCO₂, 금융 및 보험업이 약 1,452천tCO₂를 배출하였다. 또 도매 및 소매업이나 금융 및 보험업, 부동산업 및 임대업 등은 연차별로 점차 줄어드는 경향을 보이는 반면, 교육서비스업이나 보건업 및 사회복지 서비스업, 예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업은 점차 배출량이 늘어나고 있는 것으로 나타난다.

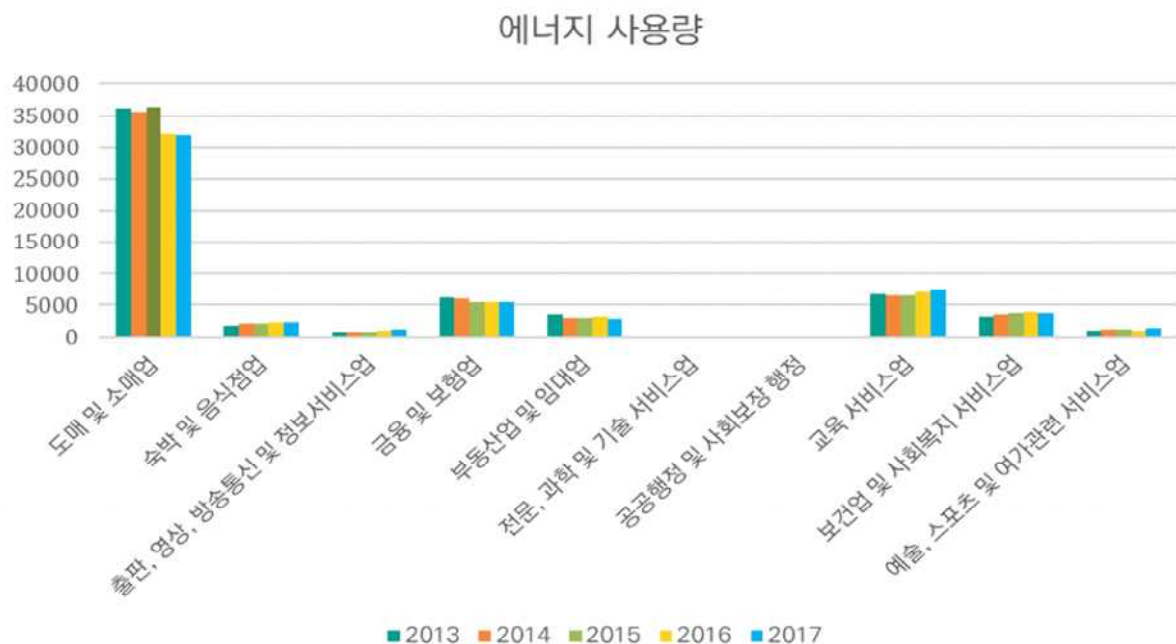


그림 3.1.56 환경부 목표관리제 건물 에너지사용량 (2013~2017)

자료: 환경부

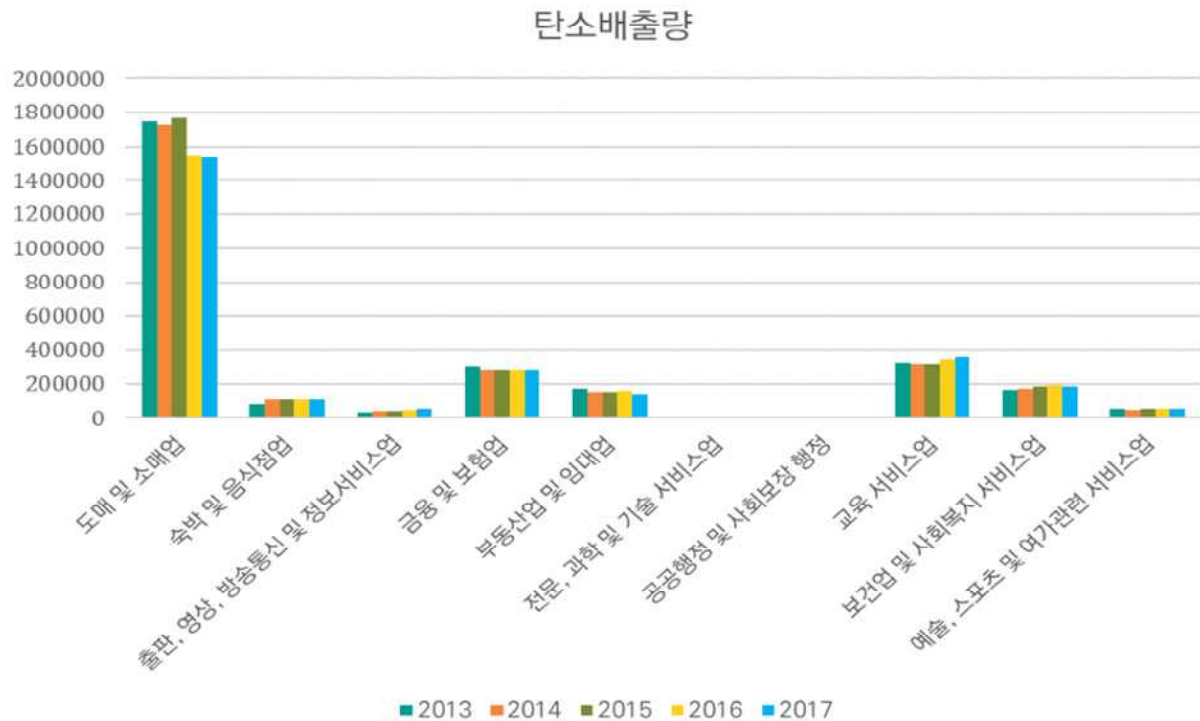


그림 3.1.57 환경부 목표관리제 건물 온실가스 배출량 (2013~2017)

자료: 환경부

3.1.8 건물 에너지 계절 수요 분석

건물에너지 계절수요 분석을 위해 이 연구에서는 건축데이터 민간개방시스템의 건축물 대장 데이터베이스와 에너지 사용량 데이터를 매칭하여 총 7,563,463 동의 건축물의 기본 데이터 세트를 구성하고, 건물특성별 월별 건물에너지 사용패턴을 분석하였다. 지역 구분은 특별/광역시와 도 단위로 구분하였으며, 건축물대장상에 기재되어있는 건축물 주용도를 기준으로 데이터를 분류하였다. 그 결과 월별 단위면적당 가스에너지 및 전기에너지 사용량은 상자수염그래프로 나타냈고, 1월부터 12월까지 평균, 중간값을 함께 도출하였다. 불분명한 정보로 인해 매칭이 어렵거나 누락된 데이터(값이 0인 데이터) 및 값이 오염된 데이터 들은 샘플에서 제외하였다.

이 절에서는 이러한 데이터 세트로부터 건물에너지 계절 수요 특성을 살펴보기 위해 건물 용도별, 규모별, 지역별 월별 에너지 사용 패턴을 분석하고자 하였으며, 비교를 용이하게 하기 위해 에너지 사용밀도, 즉 단위면적당 월별 에너지 사용량 자료를 산출하였다.

단위면적당 에너지 사용량 자료를 도출해내기 위해 사용한 연면적 자료는 해당 지번내에 있는 건물 전체의 연면적을 합산한 값이며, 연면적이 없는 주소지 데이터 샘플은 에너지 분석에서

제외시켰다. 특정 주소지의 가스데이터나 전기데이터에서 중복샘플(동일월에 동일사용량)이 있을 경우에는 전체 총계 계산시에 해당 데이터를 배제시키지 않았다. 전체 데이터에서 최대 월간 단위면적당 에너지사용량 1kWh/m^2 를 넘지 않는 데이터 (즉 12개월동안 월간 단위면적당 에너지사용량이 1kWh/m^2 를 한번도 넘지 않은 경우)를 제외시키는 것이 좋을 것이라 판단되어, 에너지 사용량 하위 5%인 건물들은 제외하게 되었다. 이 외에 에너지사용량이 상위 5%인 건물들 역시 연면적 대비 에너지 사용량이 과도하여 결과값에 영향을 지나치게 준다고 판단되어 배제하게 되었다. 에너지 사용량은 2016년 한 해에 대해서만 분석되었으며, 2016년 사용승인 건물의 경우 2016년도 에너지 사용량 자료가 12개월 전체자료가 없으므로 배제하였다.

그림 3.1.58은 전국 단독주택 월별 단위면적당 1차에너지 소비량의 평균값과 중간값으로 평균값은 상하위 5%를 제외한 값이다. 단독주택의 경우 에너지를 거의 사용하지 않는 최하위 값과 단위면적당 사용량이 이상적으로 높게 나타나는 최상위 값 사이에 편차가 매우 컸고, 이에 따라 중간값과 평균값의 편차도 다소 크게 나타나고 있지만, 두 값의 패턴은 유사하게 나타나고 있다.



(kWh/m²)

그림 3.1.58 2016년 월별 전국 단독주택 단위면적당 1차에너지소비량

그림 3.1.59는 연간 월별 도시가스 및 전력 사용량을 토대로 전국 단독주택 의 계절 수요를 추정한 결과이다. 이에 따르면, 연간 도시가스 관련 계절수요는 단위면적당 약 141.13kWh/m^2 으로 연간 가스에너지 사용량의 약 73.45%를 차지하며, 연간 전기 관련 계절 수요는 약 37.37kWh/m^2 로 약 28.24%를 차지하고 있다.

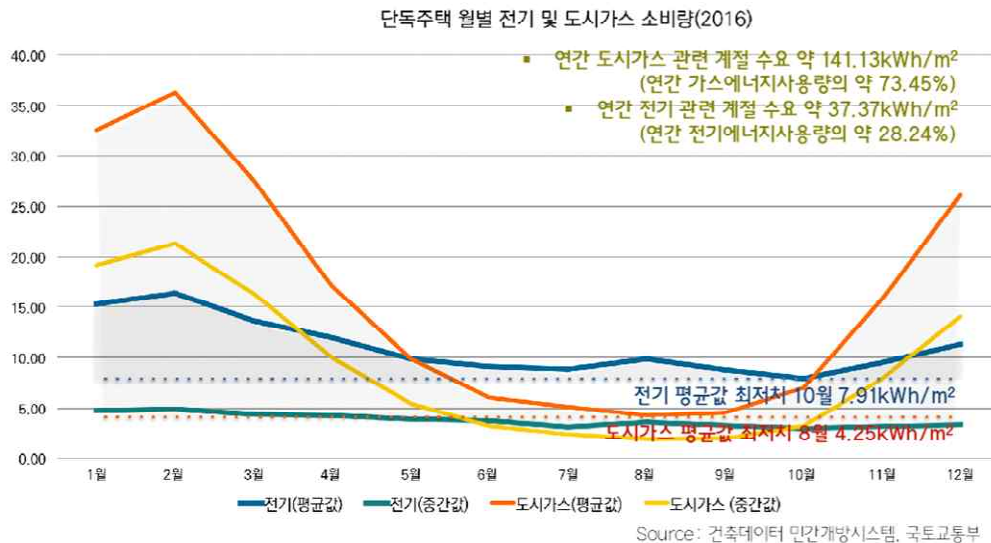
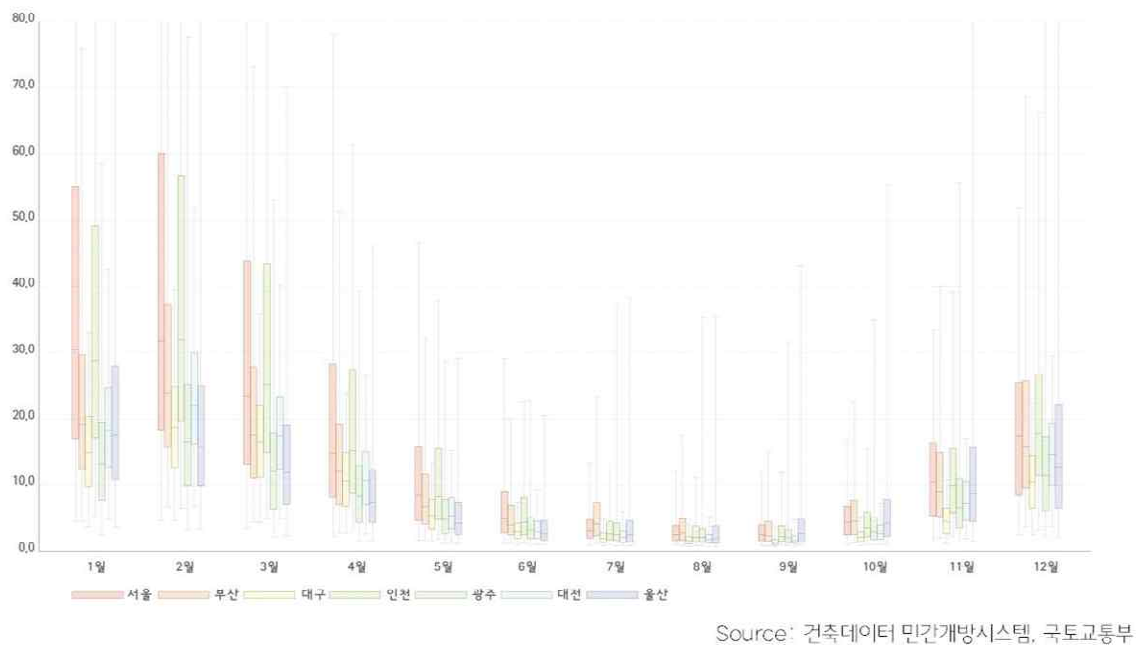


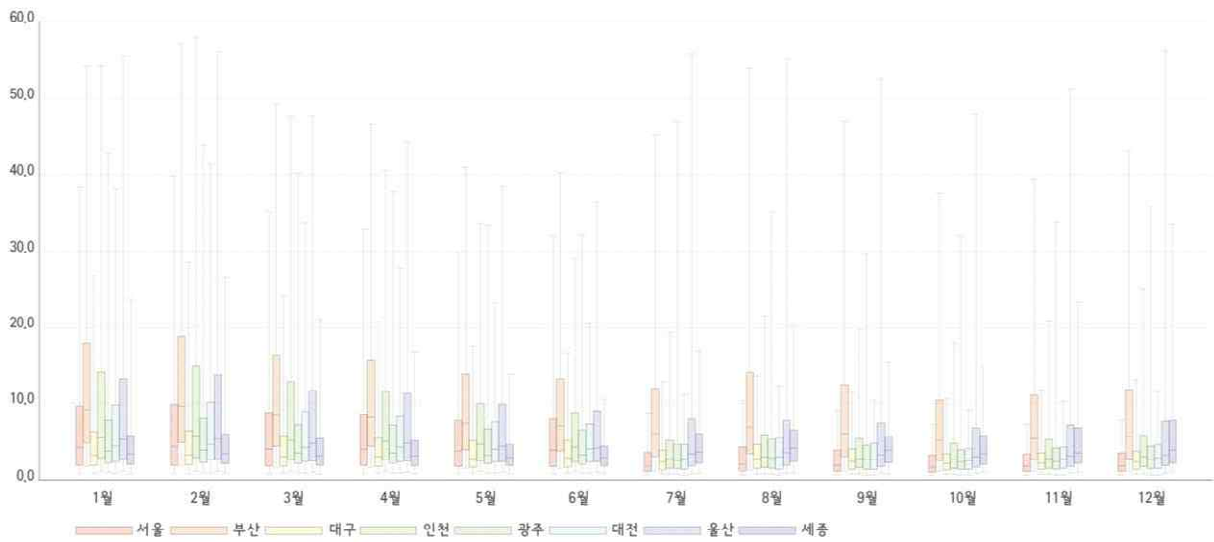
그림 3.1.59 2016년 전국 단독주택 단위면적당 전기 및 도시가스 계절수요 추정

그림 3.1.60과 그림 3.1.61는 2016년 광역시별 월별 단독주택의 단위면적당 도시가스와 전력 소비량을 나타낸 것이다. 이에 따르면 위치상 북쪽에 위치한 서울과 인천의 겨울철 에너지 사용량이 더 높게 나타나는 것으로 보인다. 반면 전력사용량은 서울시보다는 부산지역이 높게 나타나고 있으며, 인천과 울산의 단위면적당 전력사용량도 높은 편이다. 특히 부산의 경우는 여름철 전력 피크가 뚜렷이 나타나는 편이다.



(kWh/m²)

그림 3.1.60 2016년 광역시 월별 단독주택 단위면적당 도시가스 소비량

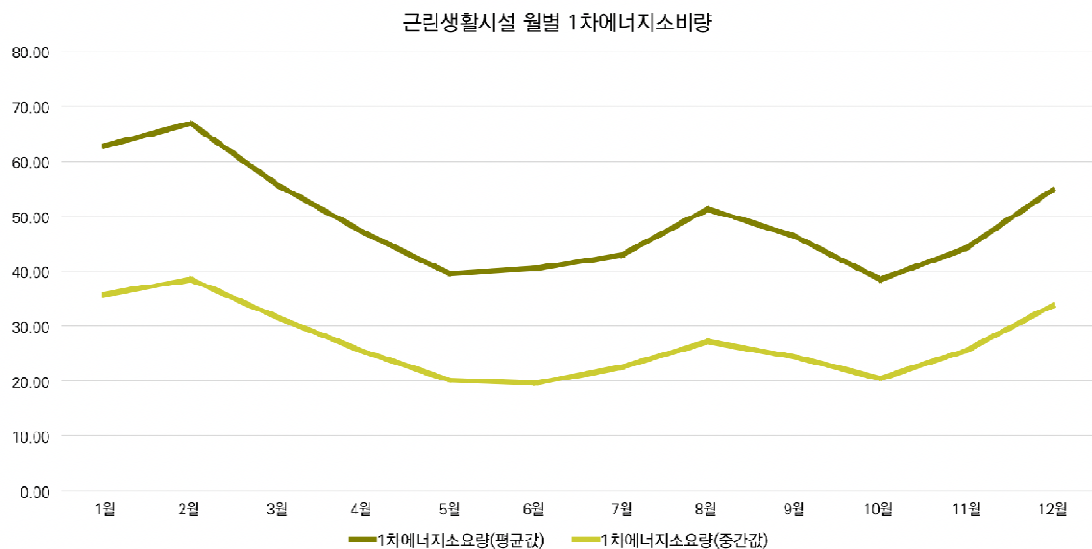


Source: 건축데이터 민간개방시스템, 국토교통부

(kWh/m²)

그림 3.1.61 2016년 광역시 월별 단독주택 단위면적당 전력소비량

그림 3.1.62는 전국 근린생활시설 월별 단위면적당 1차에너지 소비량의 평균값과 중간값으로 평균값은 상하위 5%를 제외한 값이다. 근린생활시설의 경우는 겨울철과 여름철 모두 피크가 나타난다.



Source: 건축데이터 민간개방시스템, 국토교통부

(kWh/m²)

그림 3.1.62 2016년 월별 전국 근린생활시설 단위면적당 1차에너지소비량

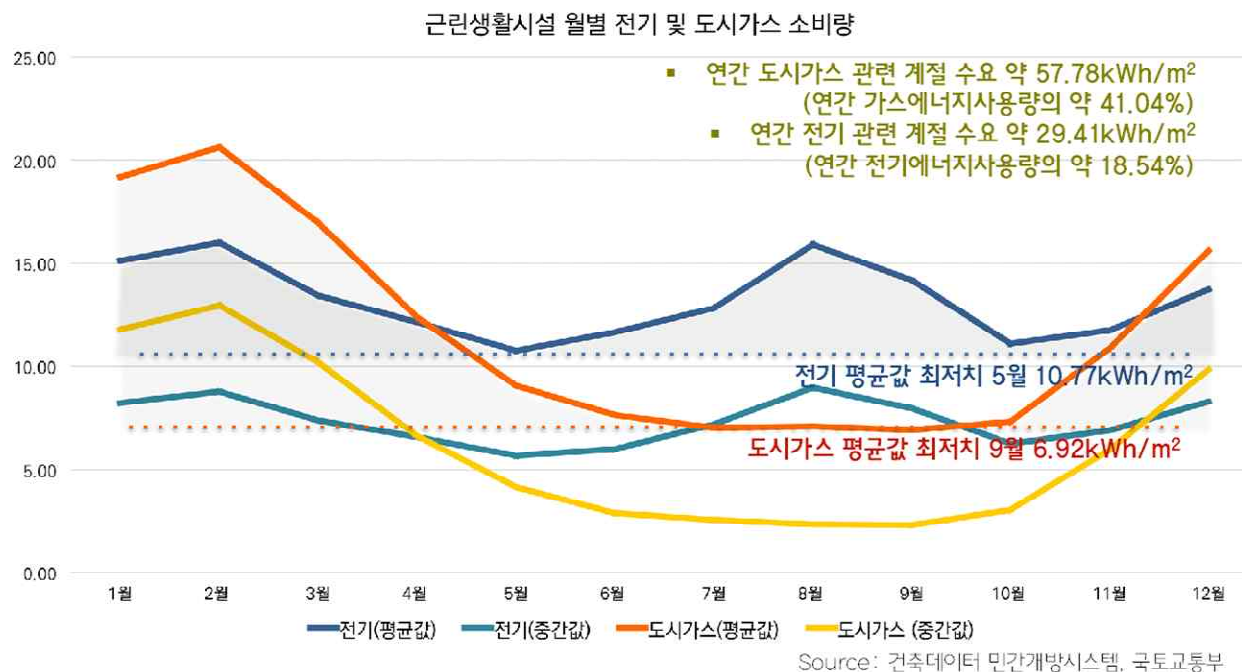
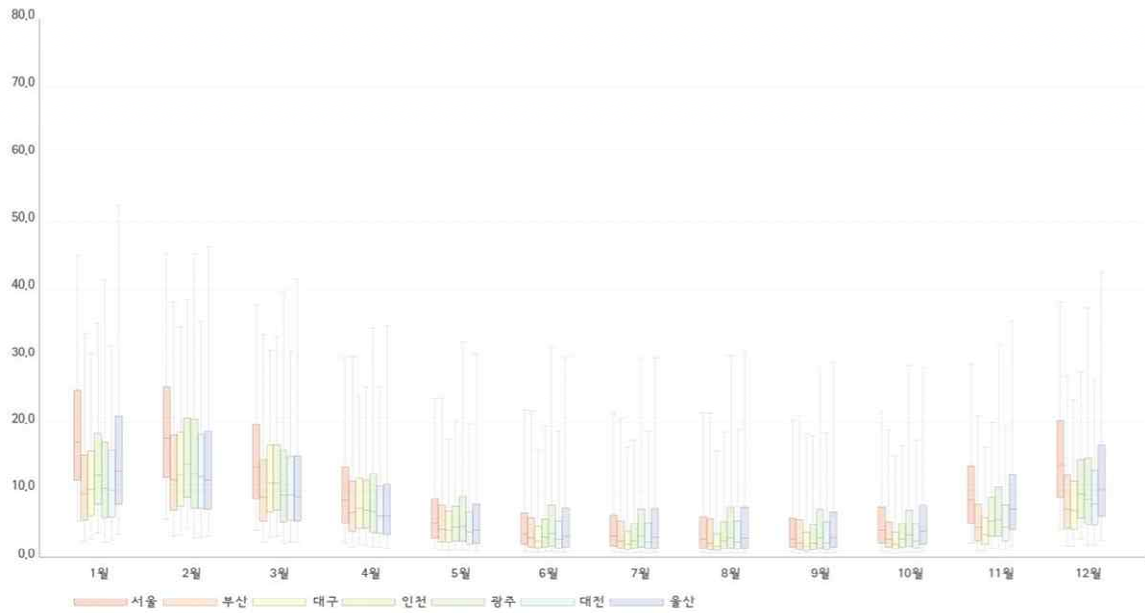


그림 3.1.63 2016년 전국근린생활시설 단위면적당 전기·도시가스 계절수요 추정

그림 3.1.63은 연간 월별 도시가스 및 전력 사용량을 토대로 전국 근린생활시설의 계절 수요를 추정한 결과이다. 이에 따르면, 연간 도시가스 관련 계절수요는 단위면적당 약 57.78kWh/m²으로 연간 가스에너지 사용량의 약 41.04%에 해당하며, 연간 전기 관련 계절 수요는 약 29.41kWh/m², 약 18.54% 수준이다.

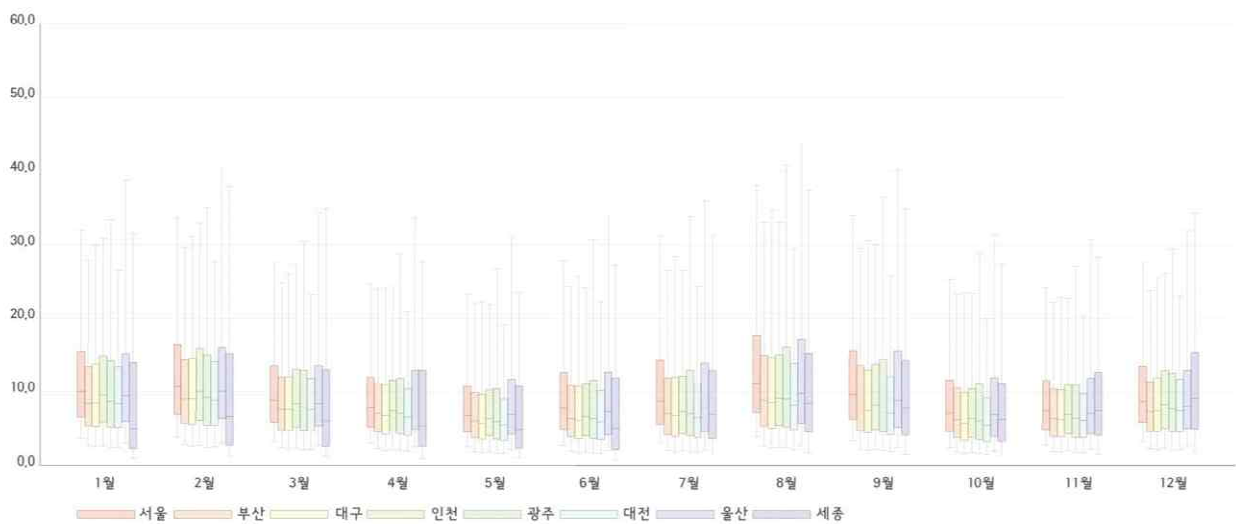
그림 3.1.64과 그림 3.1.65은 2016년 광역시별 월별 근린생활시설의 단위면적당 도시가스와 전력 소비량으로, 도시가스의 경우 타 지역에 비해 서울 지역에서의 소비가 특히 겨울을 중심으로 높게 나타난다. 전력의 경우는 계절 피크가 약하게 나타나고, 여름과 겨울이 비슷한 수준이기는 하지만 여름이 좀더 높게 나타나고 있다.



Source: 건축데이터 민간개방시스템, 국토교통부

(kWh/m²)

그림 3.1.64 2016년 광역시 월별 근린생활시설 단위면적당 도시가스 소비량



Source: 건축데이터 민간개방시스템, 국토교통부

(kWh/m²)

그림 3.1.65 2016년 광역시 월별 근린생활시설 단위면적당 전력소비량

그림 3.1.66과 그림 3.1.67은 2016년 서울시의 월별 근린생활시설의 단위면적당 도시가스와 전력 소비량이다. 도시가스의 경우 겨울철 피크수요가 뚜렷하게 나타나는 데 비해 전력은 상자

자체는 겨울철 피크와 여름철 피크하게 유사한 수준으로 나타나지만 수염으로는 여름철 피크가 더 높게 나타나 여름철에 에너지를 많이 쓰는 단위들이 넓게 존재한다고 볼 수 있다.

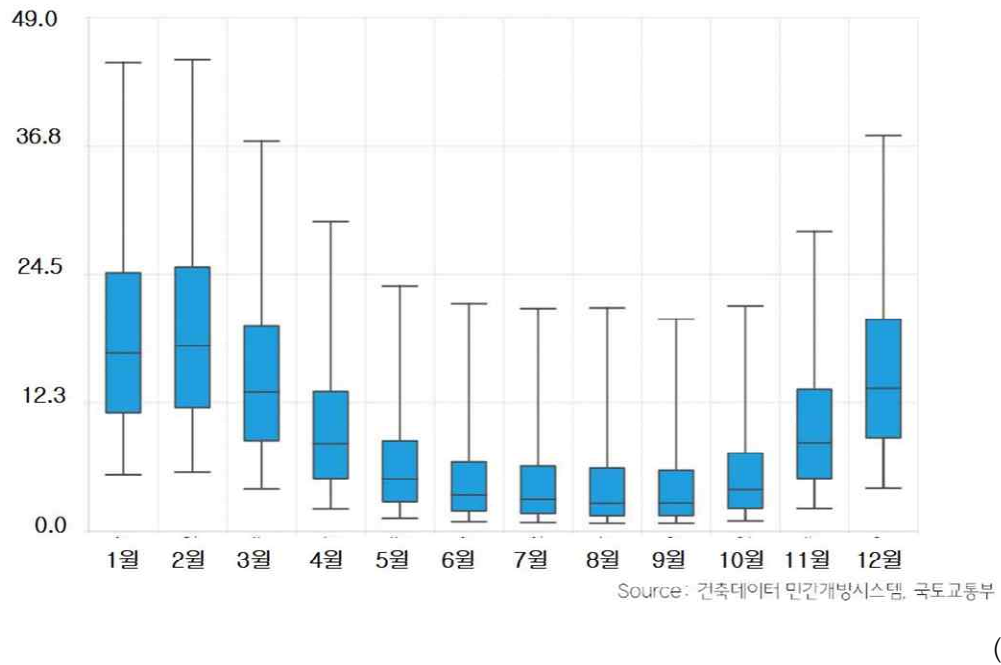


그림 3.1.66 2016년 서울지역 월별 근린생활시설 단위면적당 도시가스 소비량

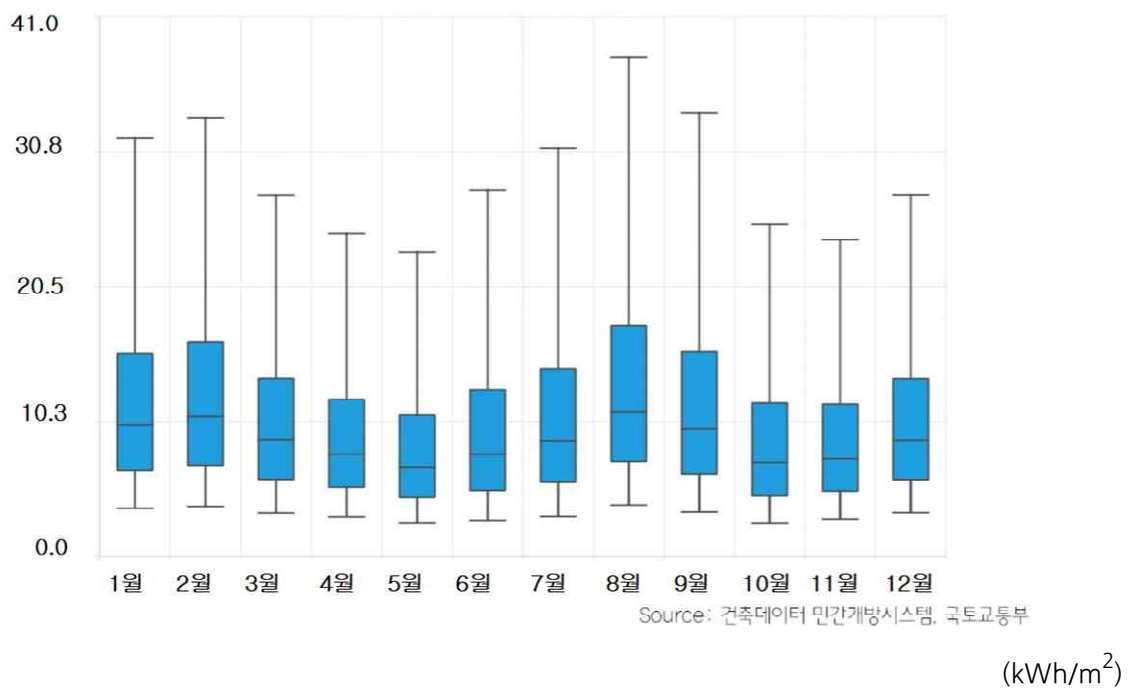
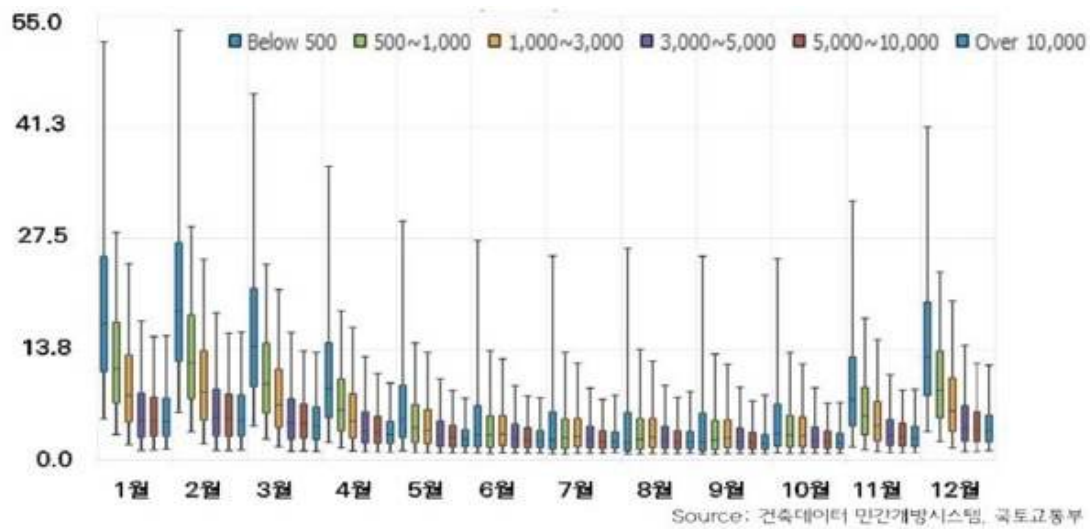


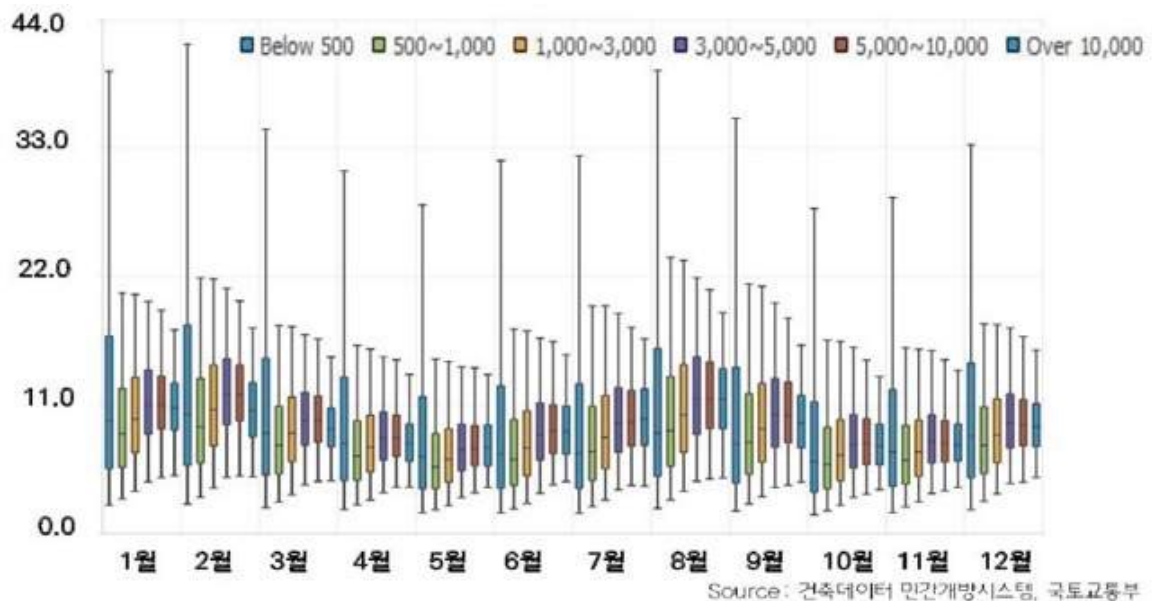
그림 3.1.67 2016년 서울지역 월별 근린생활시설 단위면적당 전력 소비량

그림 3.1.68과 그림 3.1.69는 2016년 근린생활시설 규모별 월별 단위면적당 도시가스 및 전력 소비량이다. 근린생활시설 도시가스사용량의 경우 규모와 반비례해서 뚜렷하게 증가하며, 전력의 경우는 최대값은 규모에 반비례 해서 증가하고, 최소값은 규모에 비례해서 증가하는 경향을 보이고 있다.



(kWh/m²)

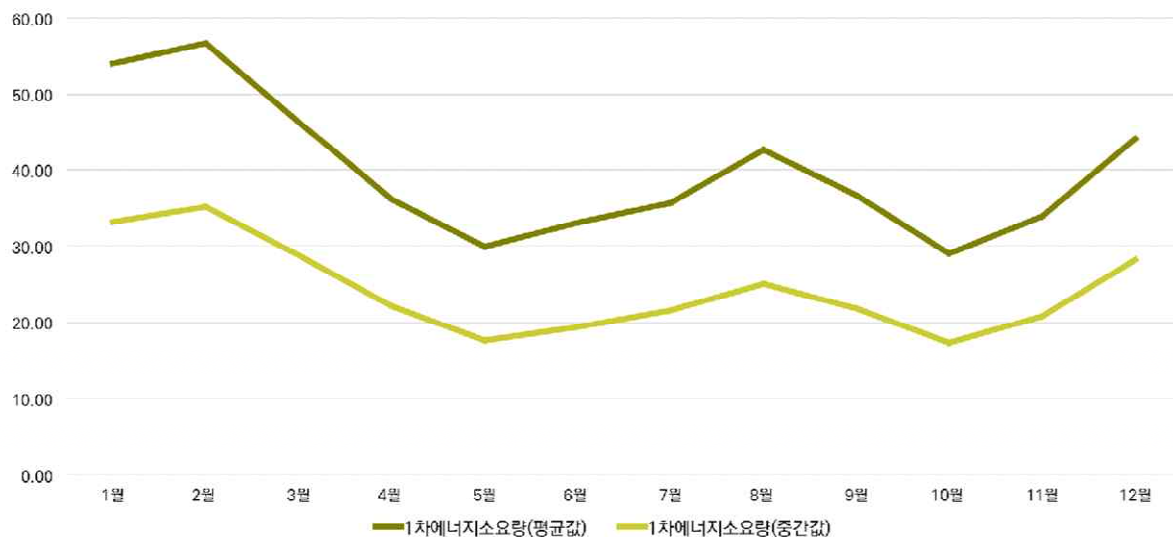
그림 3.1.68 2016년 월별 규모별 근린생활시설 단위면적당 도시가스 소비량



(kWh/m²)

그림 3.1.69 2016년 월별 규모별 근린생활시설 단위면적당 전력 소비량

그림 3.1.70은 전국 업무시설 월별 단위면적당 1차에너지 소비량의 평균값과 중간값으로 평균값은 상하위 5%를 제외한 값이다. 업무시설 역시 근린생활처럼 겨울철과 여름철 모두 피크가 나타나지만, 중간값과 평균값의 편차는 상대적으로 작게 나타난다.



Source: 건축데이터 민간개방시스템, 국토교통부

(kWh/m²)

그림 3.1.70 2016년 월별 전국 업무시설 단위면적당 1차에너지소비량

그림 3.1.71는 연간 월별 도시가스 및 전력 사용량을 토대로 전국 업무시설의 계절 수요를 추정한 결과이다. 이에 따르면, 연간 도시가스 관련 계절수요는 단위면적당 약 50.07kWh/m²으로 연간 가스에너지 사용량의 약 49.3%에 해당하며, 연간 전기 관련 계절 수요는 약 32.10kWh/m², 약 22.5% 수준이다.

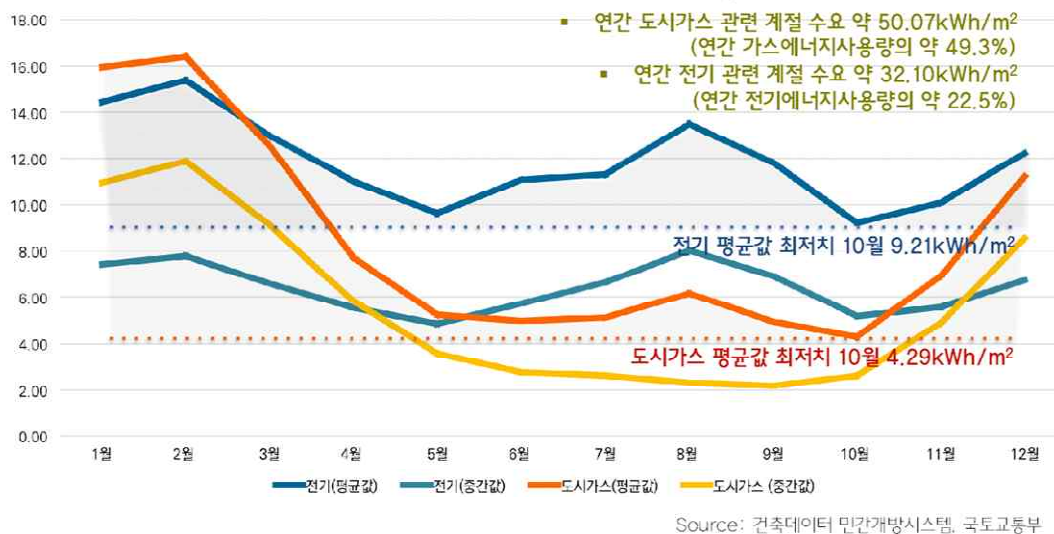
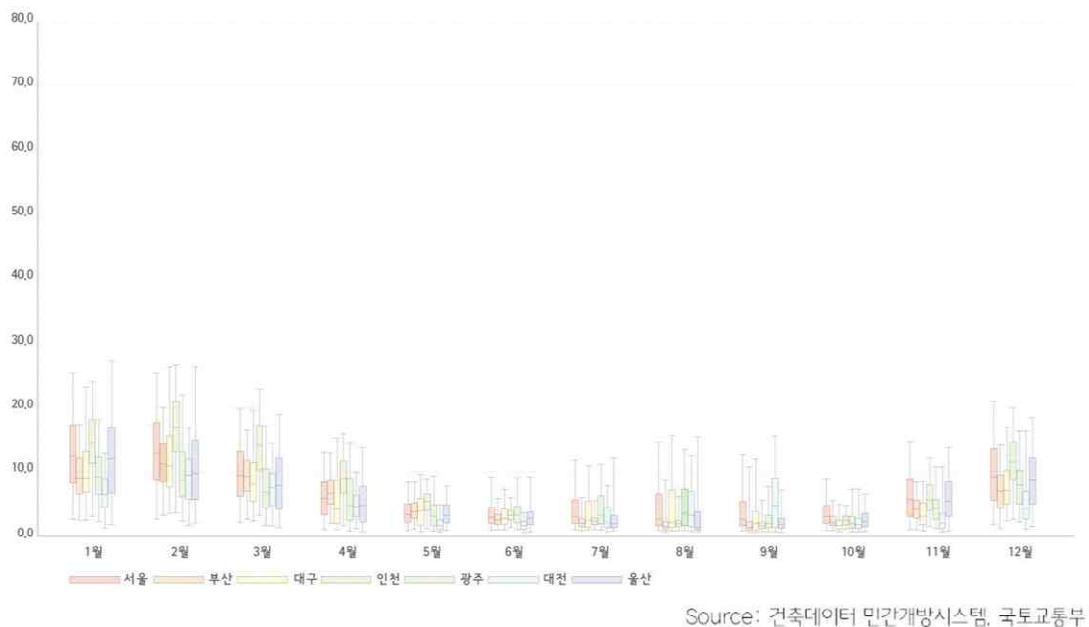


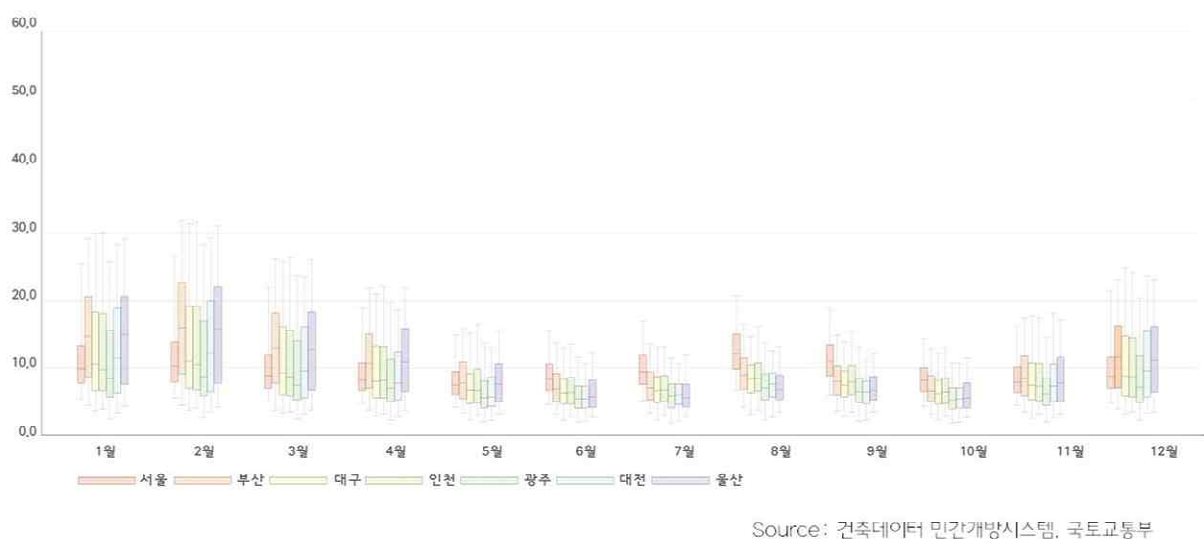
그림 3.1.71 2016년 전국 업무시설 단위면적당 전기·도시가스 계절수요 추정

그림 3.1.72와 그림 3.1.73에서 광역시별 에너지 사용량 중 도시가스의 경우엔, 서울과 인천, 울산이 겨울철에 다른 지역보다 평균적인 사용량이 많은 것으로 나타났고, 가스도 일부 여름 피크수요가 있는 것은 일부 가스냉방의 영향인 것으로 보인다. 또 전력의 경우는 서울지역의 경우, 다른 지역보다 겨울철 수요가 작게 나타난 반면, 여름 수요는 더 남쪽에 위치한 부산이나 대구보다도 더 높은 것으로 나타난다.



(kWh/m²)

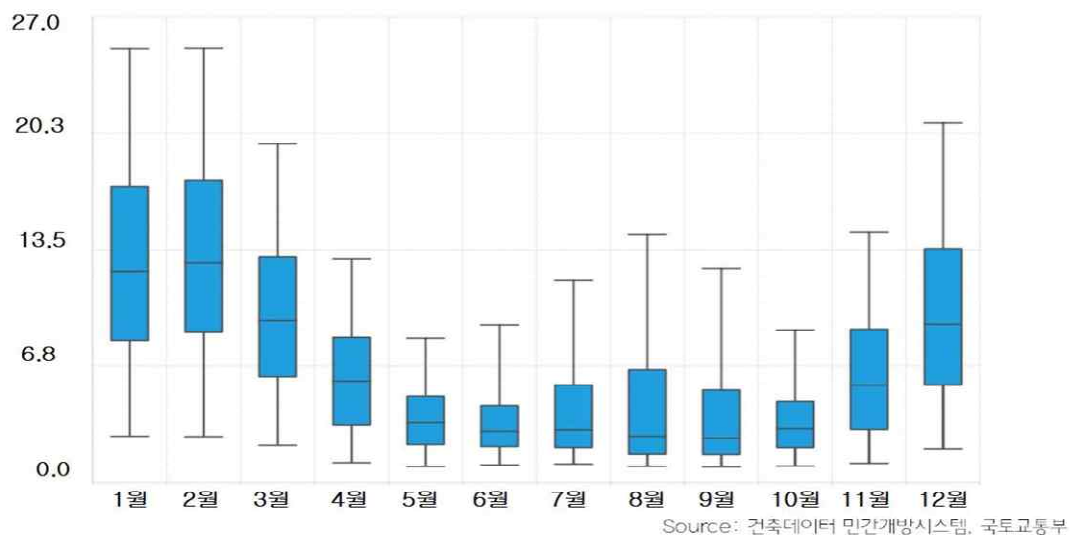
그림 3.1.72 2016년 광역시 월별 업무시설 단위면적당 도시가스 에너지소비량



(kWh/m²)

그림 3.1.73 2016년 광역시 월별 업무시설 단위면적당 전력 소비량

그림 3.1.74과 그림 3.1.75은 서울시 업무시설의 월별 단위면적당 도시가스과 전력 소비량이다. 도시가스의 경우, 여름철 피크는 상위값의 경우 뚜렷이 나타나지만, 하위값의 경우에는 거의 나타나지 않았다. 이는 냉방을 전력으로 하는 시설이 있기 때문인걸로 보이며, 전력의 경우에는 냉방과 난방 피크가 고루 나타나고 있다.



(kWh/m²)

그림 3.1.74 2016년 서울지역 월별 업무시설 단위면적당 도시가스 소비량

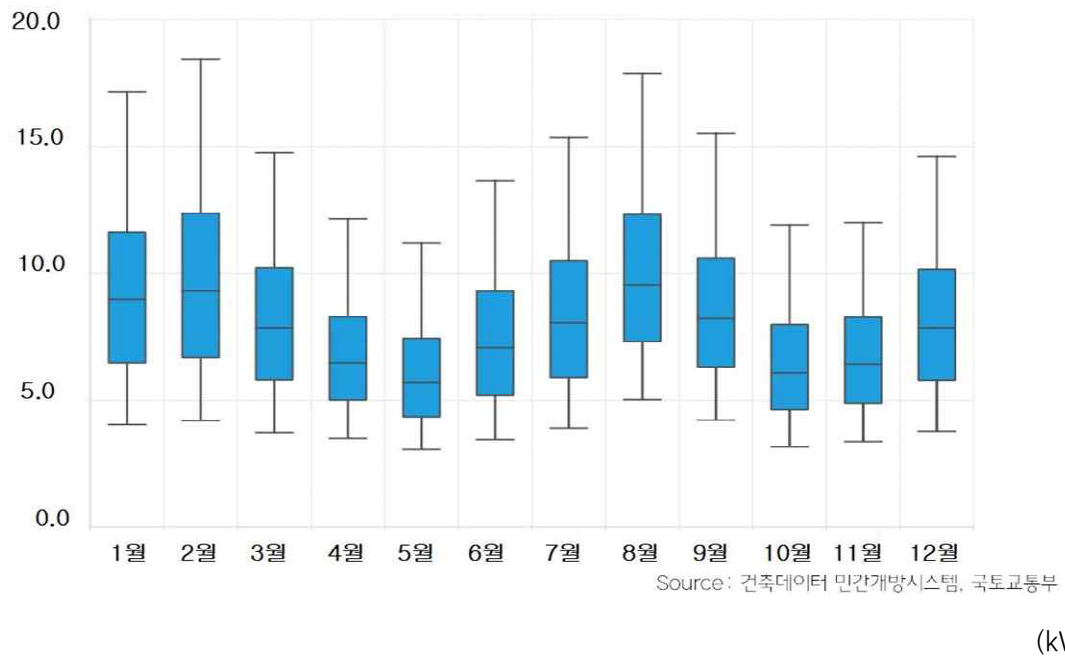
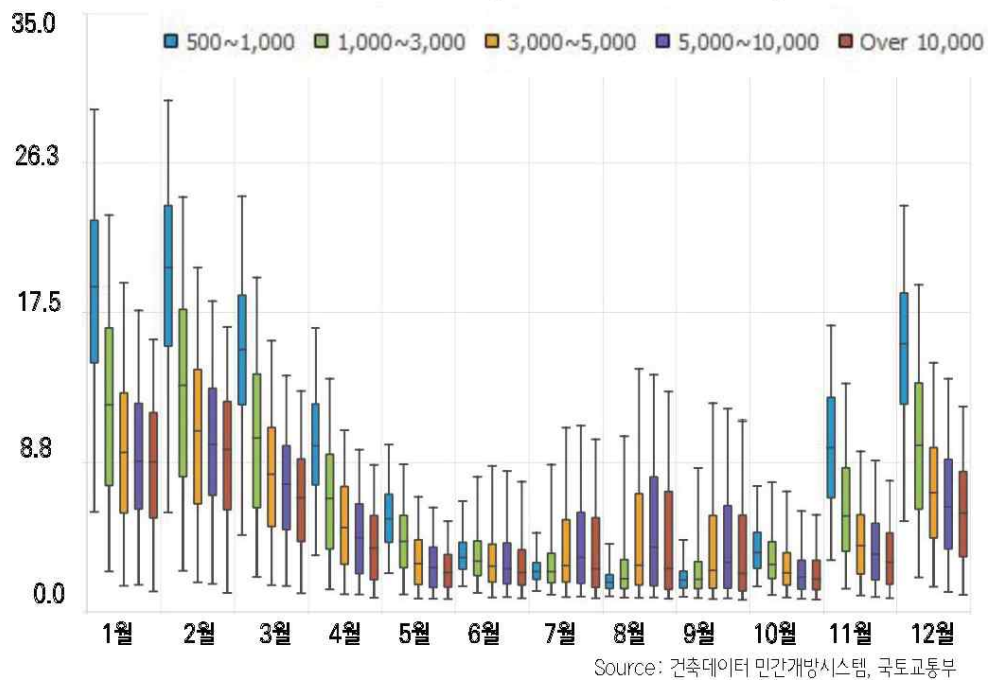


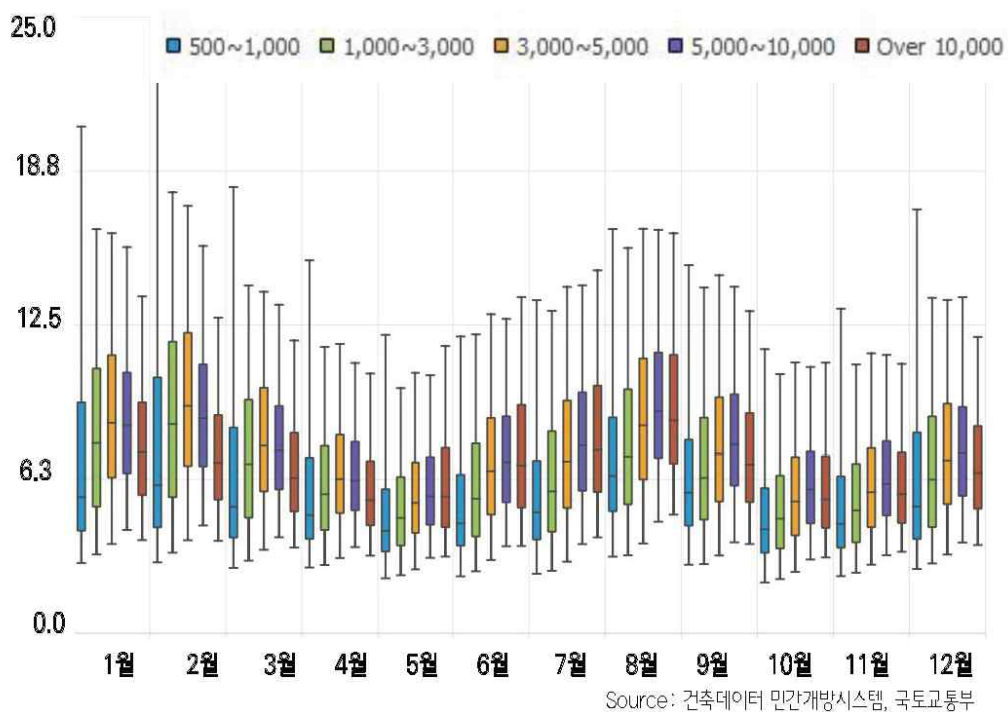
그림 3.1.75 2016년 서울지역 월별 업무시설 단위면적당 전력 소비량

그림 3.1.76와 그림 3.1.77은 2016년 업무시설 규모별 월별 단위면적당 도시가스 및 전력 소비량이다. 도시가스의 경우 겨울철 피크수요가 뚜렷하게 나타나는 동시에 규모에 반비례하여 에너지 사용량이 증가한 반면, 여름철에는 3,000m²이상의 건축물에서만 피크가 발견되고 있다. 이는 일정 규모 이상의 업무시설만이 가스냉방을 하고 있기 때문으로 볼 수 있다. 또, 전력사용량의 경우 수염의 최상위값은 소규모 건물에서 가장 높은 값을 나타내고 있지만, 전체적으로는 소규모에서 더 낮게 나타나고 있다.



(kWh/m²)

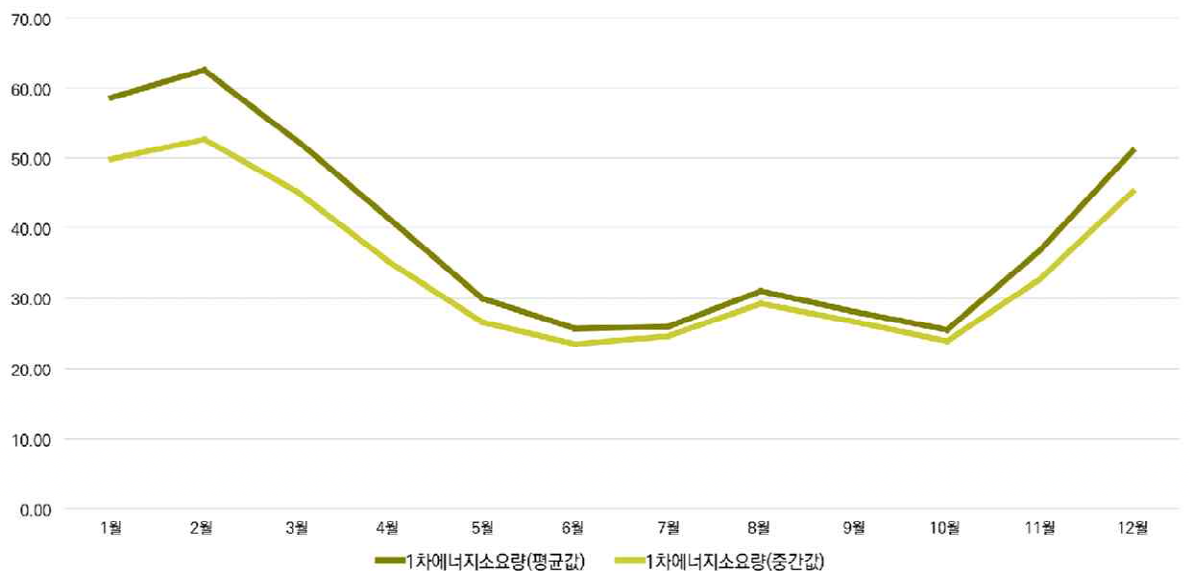
그림 3.1.76 2016년 월별 규모별 업무시설 단위면적당 도시가스 에너지소비량



(kWh/m²)

그림 3.1.77 2016년 월별 규모별 업무시설 단위면적당 전기에너지 소비량

그림 3.1.78은 전국 숙박시설 월별 단위면적당 1차에너지 소비량의 평균값과 중간값으로 평균값은 상하위 5%를 제외한 값이다. 숙박시설은 중간값과 평균값의 차이가 가장 유사하게 나타나는 용도이며, 여름철에 비해서 겨울철 피크가 훨씬 뚜렷하게 나타나고 있다.



Source: 건축데이터 무각개방시스템 국토교통부

(kWh/m²)

그림 3.1.78 2016년 월별 전국 숙박시설 단위면적당 1차에너지소비량

그림 3.1.79는 연간 월별 도시가스 및 전력 사용량을 토대로 전국 숙박시설의 계절 수요를 추정한 결과이다. 이에 따르면, 연간 도시가스 관련 계절수요는 단위면적당 약 86.37kWh/m²으로 연간 가스에너지 사용량의 약 65.93%에 해당하며, 연간 전기 관련 계절 수요는 약 43.87kWh/m², 약 30.17% 수준이다.

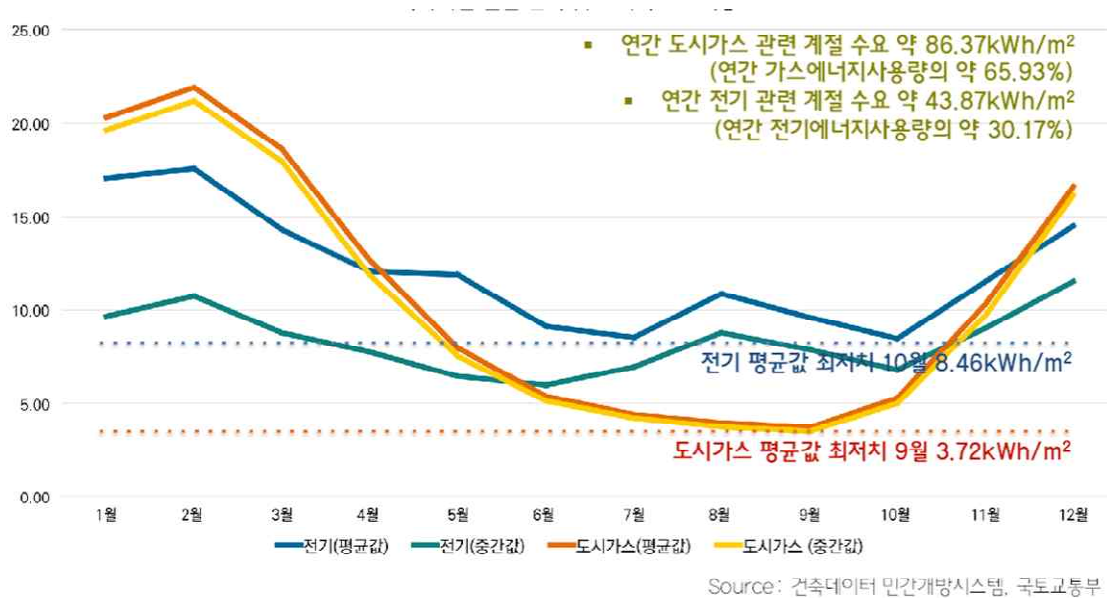
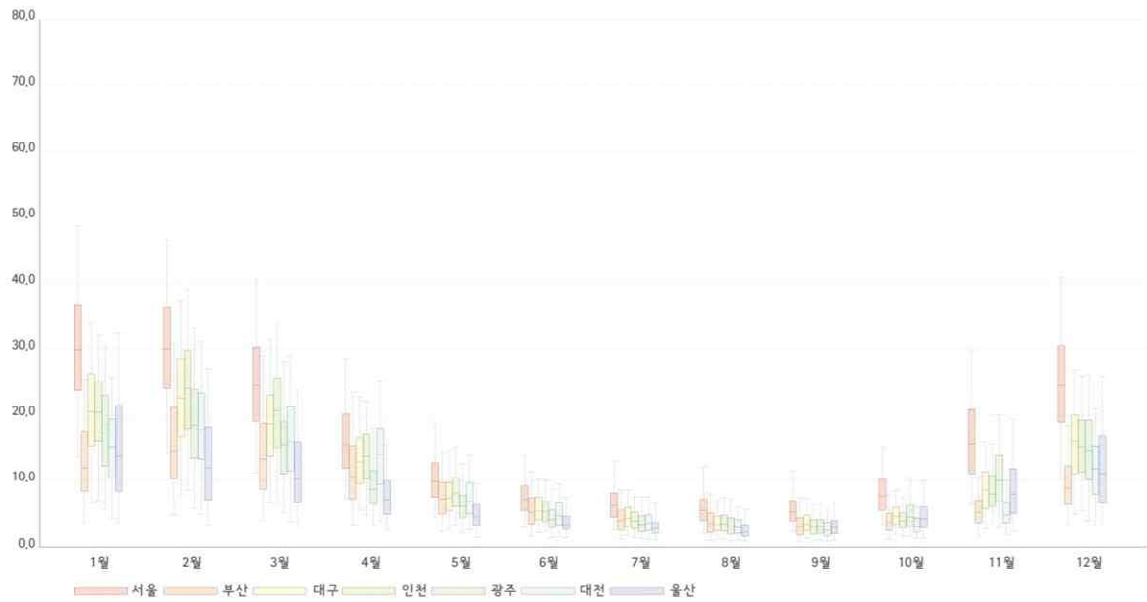


그림 3.1.79 2016년 월별 숙박시설 단위면적당 전기·도시가스 계절수요 추정

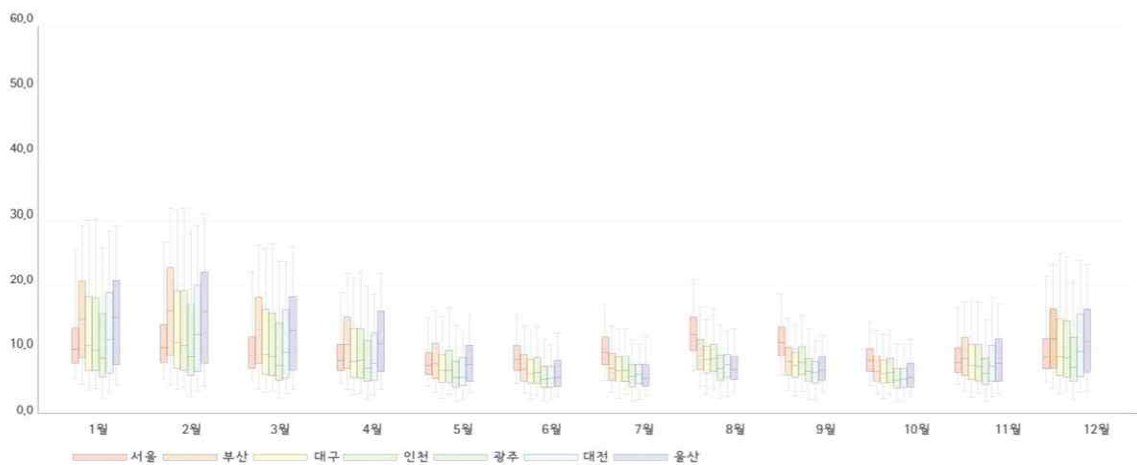
그림 3.1.80과 그림 3.1.81에서 광역시별 에너지 사용량 중 도시가스의 경우엔, 서울이 여름과 겨울을 통틀어 다른 도시보다 월등히 사용량이 높게 나타났고, 다른 광역시의 경우에는 남쪽에 위치한 부산은 상대적으로 겨울철 도시가스 사용량이 상대적으로 적은 반면 인천과 대전, 대구의 계절수요가 높게 나타났다. 또 전력사용량은 겨울에는 서울이 상대적으로 적게 나타난 반면 여름철에는 서울이 가장 높게 나타났다. 이러한 영향은 지역별로 냉난방 에너지를 다르게 채택하고 있기 때문일 수 있다.



Source: 건축데이터 민간개방시스템, 국토교통부

(kWh/m²)

그림 3.1.80 2016년 광역시 월별 숙박시설 단위면적당 도시가스 소비량

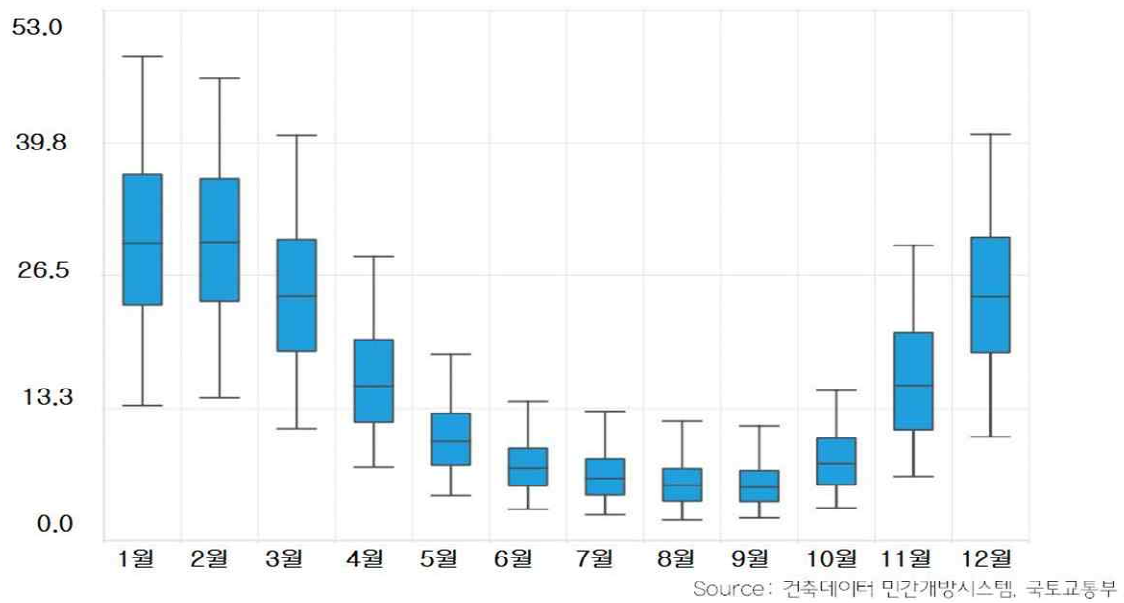


Source: 건축데이터 민간개방시스템, 국토교통부

(kWh/m²)

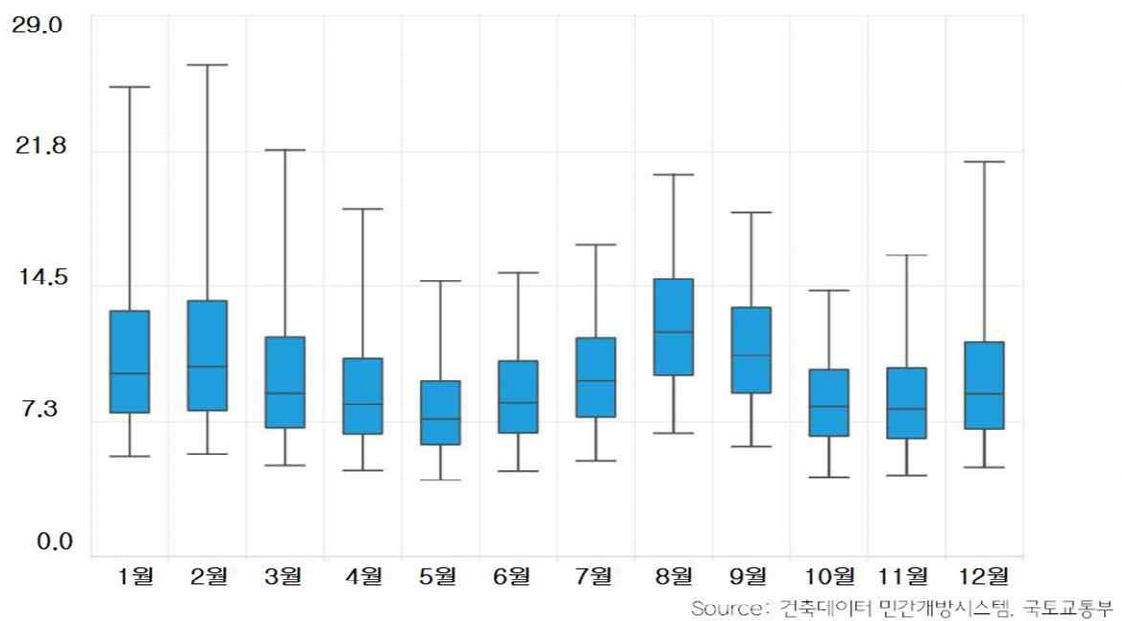
그림 3.1.81 2016년 지역별 월별 숙박시설 단위면적당 전력 소비량

그림 3.1.82와 그림 3.1.83은 서울시 숙박시설의 월별 도시가스와 전력 사용량으로 최하위값과 최상위값을 막론하고 모두 도시가스와 전력에서 뚜렷한 계절 수요를 나타내고 있다.



(kWh/m²)

그림 3.1.82 서울지역 월별 숙박시설 단위면적당 도시가스 소비량

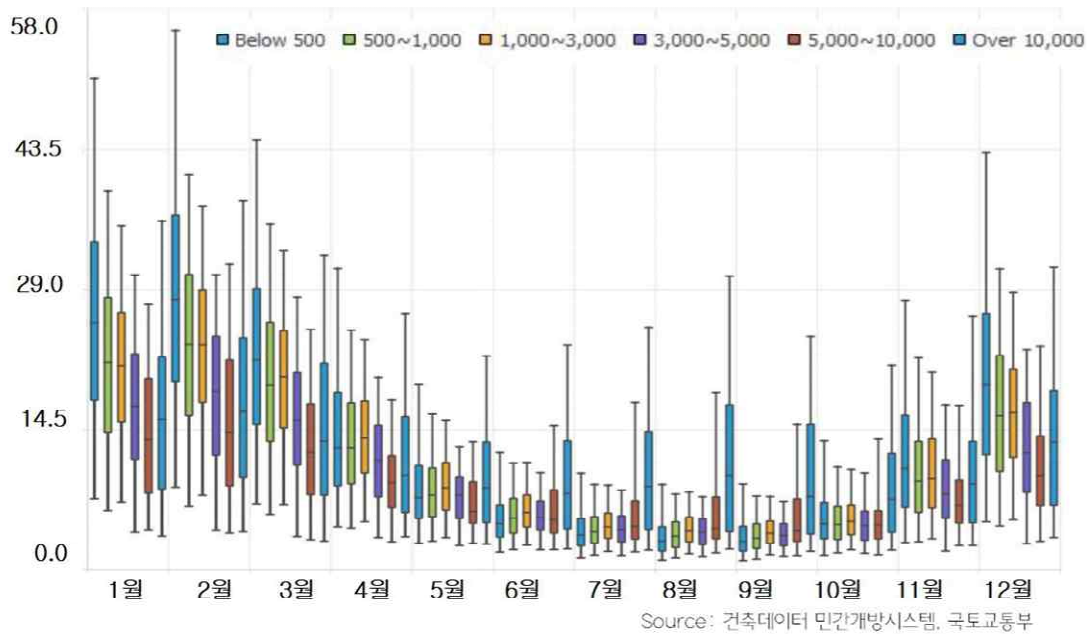


(kWh/m²)

그림 3.1.83 2016년 서울지역 월별 숙박시설 단위면적당 전력 소비량

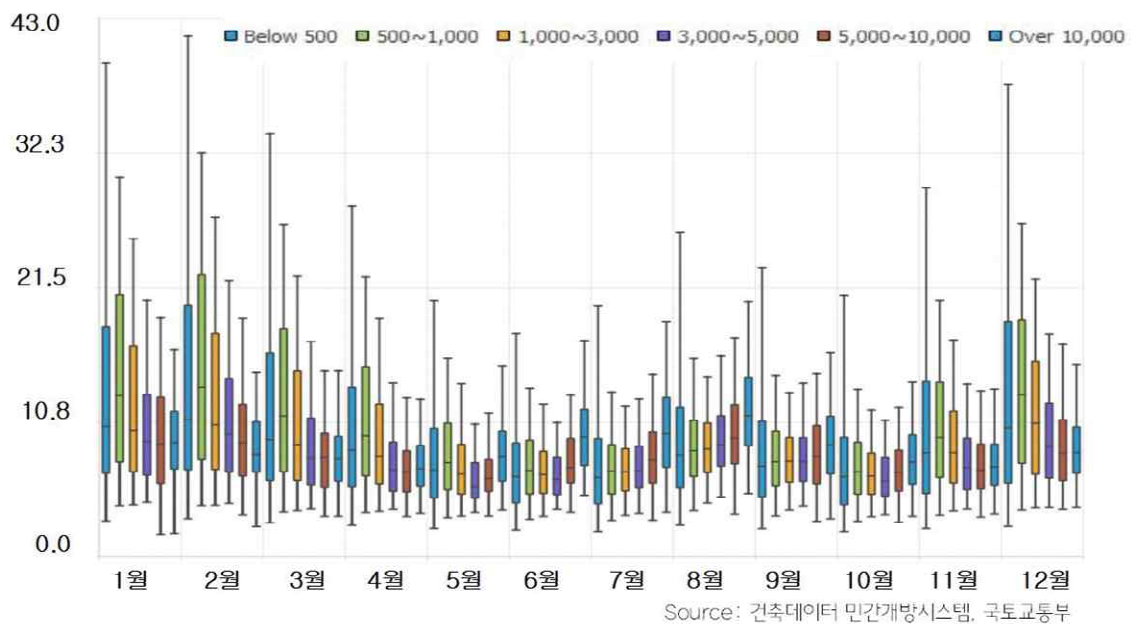
그림 3.1.84과 그림 3.1.85은 2016년 숙박시설 규모별 월별 단위면적당 도시가스와 전력 소비량이다. 도시가스의 경우 겨울철 피크수요가 뚜렷하게 나타나는 동시에, 특히 500m²이하의 소규모 건물의 에너지 사용량이 연중 눈에 띄게 높게 나타나며 규모에 반비례하여 에너지 사용량이

증가하는 것으로 나타났다. 전력 역시 규모에 반비례하여 에너지 사용량이 증가하는 것으로 나타나기는 하나 최하위 값들은 규모가 아주 작거나 아주 큰 경우에 낮게 나타나고 있다.



(kWh/m²)

그림 3.1.84 2016년 월별 규모별 숙박시설 단위면적당 도시가스 소비량

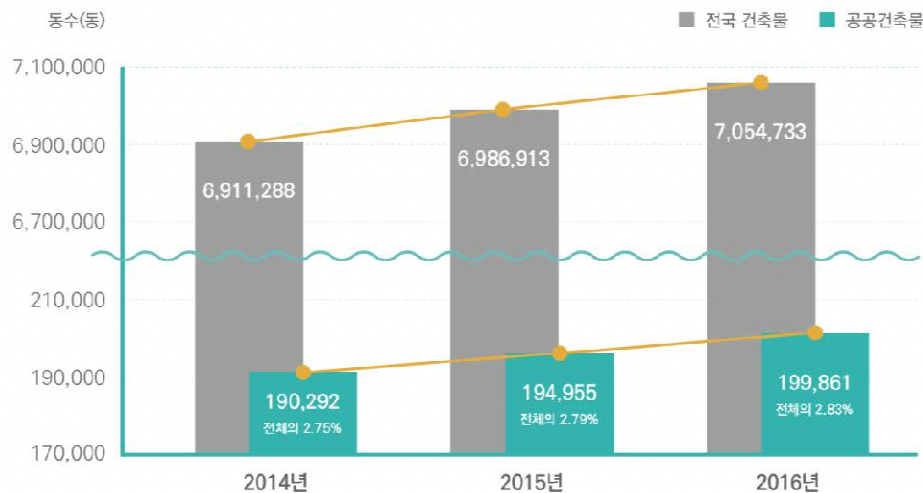


(kWh/m²)

그림 3.1.85 2016년 월별 규모별 숙박시설 단위면적당 전력 소비량

3.1.9 공공건축물의 에너지 소비 현황

그림 3.1.86은 숫자로 보는 공공건축 통계에 따른 전국 공공건축물 동수 변화 추이로 2014년 이후에 전국의 공공건축물은 전국 건축물 재고 증가와 함께 연 평균 약 4,800동, 연평균 동수 증가율 2.5%로 꾸준히 증가하고 있고, 2016년 기준 전체 건축물의 약 2.83%를 차지하고 있다.

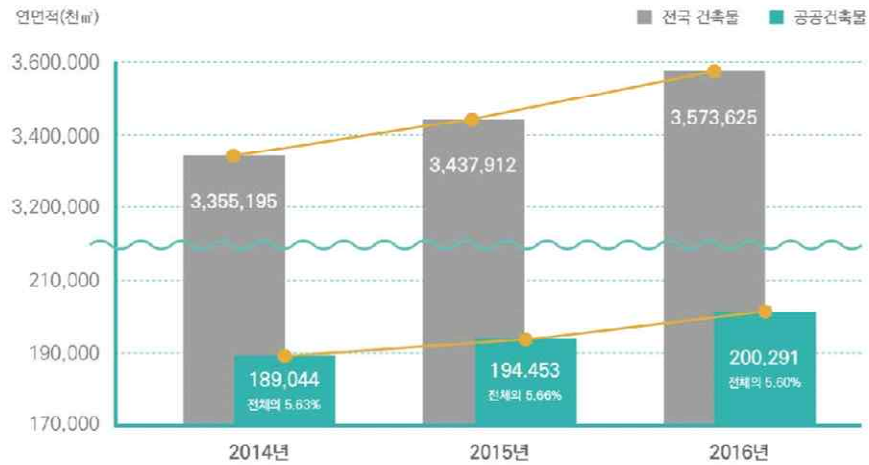


| 전국 건축물 및 공공건축물 동수 |

Source: 숫자로 보는 공공건축 2016, 건축도시공간연구소, 국가공공건축지원센터

그림 3.1.86 전국 공공건축물 동수 변화 추이

한편, 그림 3.1.87서 공공건축물의 연면적 증가율은 2.9%이며, 같은 시기 전국 건축물 연면적은 연 평균 1.0%보다 빠르게 증가했다.

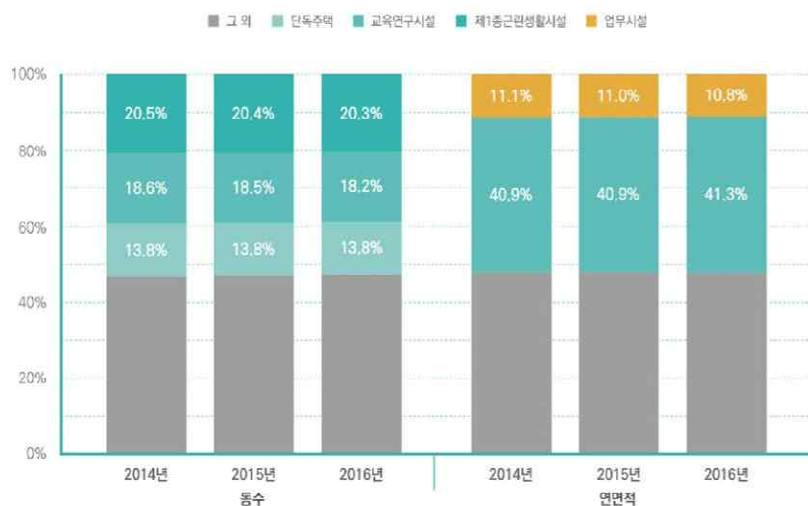


| 전국 건축물 및 공공건축물 연면적 |

Source: 숫자로 보는 공공건축 2016, 건축도시공간연구소, 국가공공건축지원센터

그림 3.1.87 전국 공공건축물 현황 (연면적)

그림 3.1.88은 전국 공공건축물 용도별 현황으로, 동수로는 마을회관이나 소규모 주민센터 등을 포함하는 제1종 근린생활시설, 학교 등을 포함하는 교육연구시설 단독주택의 세 용도가 전체 공공건축물 동수의 52.3%를 차지한다. 반면, 연면적으로는 교육연구시설과 업무시설이 전체 공공건축물 연면적의 52.1%를 차지한다.



| 규모별 공공건축물 동수 및 연면적 |

Source: 숫자로 보는 공공건축 2016, 건축도시공간연구소, 국가공공건축지원센터

그림 3.1.88 전국 공공건축물 용도별 현황

또, 그림 3.1.89에서 볼 수 있듯이, 소규모 건축물 동 수가 전체 공공건축물의 71.8%를 차지하고 대규모 건축물은 8.0%에 불과하지만, 한편 연면적에 있어서는 소규모 건축물이 9.0%,

대규모 건축물이 65.6%를 차지한다. 공공건축물 중 30년 이상 된 건물은 동 수 24.8%, 연면적 13.6%를 차지하며, 20년 이상 된 건축물 전체 비중은 동 수로는 45.3%, 연면적으로는 32.8%를 차지한다.

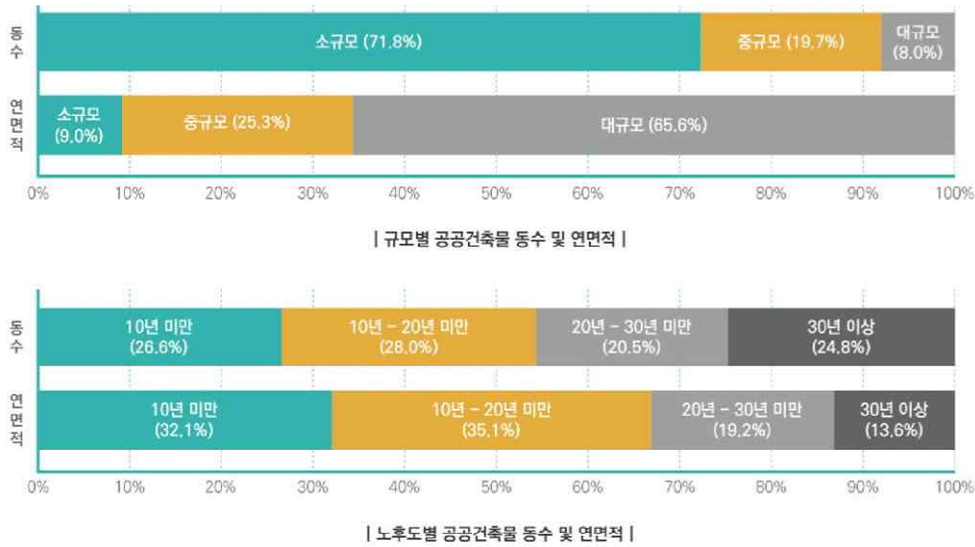


그림 3.1.89 규모 및 노후도별 공공건축물 동수 및 연면적 현황

3.1.10 소결

다음은 3.1절에서 살펴본 국내 건물에너지 소비현황의 요약이며 효율적인 건물에너지 수요관리를 위해 다음의 그룹들을 집중적으로 관리할 수 있는 정책수단들이 모색되고 보완되어야 할 것으로 보인다.

□ 에너지사용 증가율이 높은 유형 (A)

- 상업1990년 이래 연평균약5.0%증가; 공공2005년이래 연평균약4.4%증가
- 신축건물에 대한 규제 강화 필요

□ 에너지사용총량이 많은 유형 (B)

- 주거용건축물이 전체의 약 47.8% 차지
- 공동주택 약 30%, 근린생활시설 24%, 단독주택 17%

- 정책 적용에 대한 효과가 큰 그룹/ 건물에너지 이용 패턴에 따른 절감잠재량 최대한 활용 필요

□ 단위면적당 에너지 사용량이 많은 유형 (C)

- 숙박시설, 노유자시설, 의료시설, 근린생활시설, 판매시설, 업무시설

- 단위면적당 에너지효율이 상대적으로 높은 그룹/ 건물 이용 특성에 맞는 절감방안 발굴 필요

□ 건축물 총량이 많은 유형 (D)

- 연면적 기준 아파트 29%, 단독주택 14%, 근린생활시설 13%

- 동당 500m²미만 건축물이 약 86% 차지

- 정책 적용에 대한 효과가 큰 그룹/ 건물에너지이용 패턴에 따른 절감잠재량 최대한 활용필요

□ 신축 건축물 총량이 많은 유형(E)

- 연면적 기준 아파트 39%, 근린생활시설 17%, 업무시설 10%

- 동당 500m²미만 건축물이 약 84% 차지

- 신축건물에 대한 설계기준 강화를 통해 에너지효율화 목표 극대화 가능

□ 노후화 건축물 총량이 많은 유형 (F)

- 전체 주택 중 89년 이전 저층주거지 주택 약 11%, 90년대 저층주거지 주택 약 19%, 90년대 이전 아파트 약 28%

- 30년이상주택 중 단독주택 약75%(약196만동)/

- 20년이상주택 중 단독주택 약61%+다가구7%(약280만동)

- 체계적인 리모델링 활성화 계획 도입 필요

□ 단위 건물 에너지 사용총량이 많은 유형 (G)

- 에너지다소비건물(전체 건물에너지 6.1% 사용) 및 목표관리제건물(전체 건물부문 추정배출량 9%) - 데이터센터 에너지사용량 급증

- 별도 관리를 통한 체계적인 효율화 필요

□ 건물 에너지 계절 수요가 높은 유형 (H)

- 단독 및 공동주택의 냉난방에너지 사용비중이 높음(특히 난방이 높으나 냉방도 증가추이)
- 단독주택 (도시가스사용량의 73%, 전기사용량의 28%가 계절수요, 노후주택 계절수요가 큼): 평균값 기준 전국적인 계절수요 규모- 전기 약 18,492GWh, 도시가스 약 69,843GWh
- 근린생활시설(도시가스사용량의 41%, 전기사용량의 19%가 계절수요, 소규모 계절수요가 큼): 평균값기준 전국적인 계절수요 규모- 전기 약 11,684GWh, 도시가스 약 26,608GWh
- 교육·연구시설: 계절간 편차가 크나, 방학 등의 영향을 받고 평균값과 중간값이 10-20배 차이 남
- 그외 숙박시설, 업무시설 등의 비중이 높음
- 리모델링을 통해 비용효과적인 에너지효율화 가능

□ 교육 홍보 효과가 높은 유형 (I)

- 공공부문 및 교육연구시설, 노유자시설
- 시장확대 및 기술개발을 위한 선도적 역할 수행 가능
- 많은 사람들이 이용하는 시설 또는 미래세대의 인재를 육성하는 시설로서 교육홍보효과 큼: 온실가스 감축에 대한 사회적 비전을 공유하는 계기를 만들 수 있음
- 에너지복지의 확대

3.2 건물 유형별 에너지효율화 및 온실가스 감축방안

건물 부문은 건물의 종류 및 특성에 따라 에너지 사용하는 행태도 상이하게 나타나므로, 건물의 유형과 상황에 맞는 맞춤형 수요관리 방안이 모색될 필요가 있다. 다음은 3.1장의 분석을 바탕으로 에너지효율화 및 온실가스 감축 효과가 높은 수요관리 방안을 구분한 결과이다.

- 신축 건물의 제로에너지건축물 기준 적용
 - 신축건축물에 대해 정부는 2020년 3천㎡미만 국민 생활밀착형 공공건물을 시작으로 제로에너지 건축물 기준을 도입하여 단계적으로 '2025년 연면적 5천㎡미만 신재생에너지 설치 의

무화 대상 민간 및 공공건축물로, 2030년까지 모든 민간 공공건축물로 확대하는 로드맵을 밝혔다.

- 그러나 'LOCK IN'효과에 따라 제로에너지 건축기준 도입시기가 빨라질수록 온실가스 누적감축량의 크기는 커질 수 있기 때문에 이에 대한 고려가 필요하다. 예를 들어, 표 3.2.1의 시나리오 1의 ZEB 5등급을 5년 먼저 도입하게 되면 5년간 누적 온실가스 감축량은 약 40백만 tCO₂이며, ZEB 1등급을 5년 먼저 도입하게 되면 5년간 약 125백만tCO₂를 더 절감하게 된다.
- 조영진 외(2017)는 제로에너지빌딩 신재생 및 인센티브 효과분석 보고서에서 표 3.2.1을 통해 '30년 제로에너지 건축물 의무화 로드맵에 따른 건물부문 에너지소비 저감 및 온실가스 감축량을 비교하였다. 시나리오 1, 2, 3은 각각 미래 신축건축물에 대한 물량을 추정한 가정에 기반하며, 시나리오 1은 신축건축물이 과거 기간의 연평균 증가량으로 매년 증가하는 경우, 시나리오 2는 신축건축물이 과거 기간의 연평균 증가율로 매년 증가하는 경우, 시나리오 3은 신축건축물이 인구성장률과 동일하게 증가하는 경우를 가정했다.
- 결과적으로 제로에너지건축물 기준 적용에 따른 온실가스 감축효과는 도입시기와, 실제 적용 가능한 신축건축물의 양, 그리고 제로에너지 건축물 등급에 따라 결정된다고 볼 수 있다. 특히 제로에너지 건축물 5등급과 1등급 사이의 절감량은 5배나 차이가 나므로 제로에너지 건축물을 통한 온실가스 감축 로드맵을 실제로 실현하려면 제로에너지 건축물 1등급까지 단계적으로 기준을 강화하는 것도 중요하다.

표 3.2.1 '30년 제로에너지 건축물 의무화 로드맵에 따른 건물부문 에너지소비저감 및 온실가스 감축량

(조영진 외 (2017))

시나리오	ZEB 등급	에너지소비 저감량(kWh)	온실가스 감축량(tCO ₂)	'30년 목표대비 온실가스 감축비율 (%)
1	1등급	56,887,118,396	26,765,389	74.8
	2등급	51,198,406,556	24,088,850	67.3
	3등급	39,820,982,877	18,735,772	52.3
	4등급	28,443,559,198	13,382,695	37.4
	5등급	17,066,135,519	8,029,617	22.4
2	1등급	68,493,357,984	32,226,125	90
	2등급	61,644,022,186	29,003,512	81
	3등급	47,945,350,589	22,558,288	63
	4등급	34,246,678,992	16,113,063	45
	5등급	20,548,007,395	9,667,838	27

시나리오	ZEB 등급	에너지소비 저감량(kWh)	온실가스 감축량(tCO ₂)	'30년 목표대비 온실가스 감축비율 (%)
3	1등급	5,013,850,073	2,359,017	6.6
	2등급	4,512,465,065	2,123,115	5.9
	3등급	3,509,695,051	1,651,312	4.6
	4등급	2,506,925,036	1,179,508	3.3
	5등급	1,504,155,022	707,705	2

○ 기존 건물의 그린리모델링을 통한 에너지효율화

- LH (2017) 기존건축물 그린리모델링 빅데이터 기반구축 연구에 따르면, 그린리모델링을 실시한 총 물량 8,312건 중 4,922건 즉, 59%이상이 난방에너지가 절감되는 것으로 나타났으며 주거실태조사의 동절기 평균 난방비를 비교한 결과 그린리모델링을 한 주택들이 실태조사 가구의 난방비보다 지역별로 평균 50%이상 절감한 것으로 나타났다(서울시와 충청도는 예외적으로 각28.09% 절감, 25.6%정도 절감됨).
- 또 주거실태조사를 수행한 건물 중에는 세대 주택의 난방비가 12.14만원으로 가장 작고 아파트의 난방비가 13.73만원으로 비교적 높은 것으로 나타났는데, 그린리모델링 이후, 아파트의 경우는 약 46.32%까지 절감되는 것으로 나타났다. 특히 주택 규모가 클수록 난방비가 커지고, 이에 따라 그린리모델링 수행한 주택의 난방비 절감률도 증가하는 것으로 나타났다.
- 이 연구는 주거실태조사에서 건축년도별 난방비는 큰 차이를 보이지 않았으나 21~30년된 건물이 리모델링을 실시한 경우 난방절감효과가 53.42%로 가장 큰것으로 나타났고, 가장 최근 건물인 2000년대 건물도 17.06%의 절감효과가 있었음을 보고했다. 또, 1990년대 후반의 건축물은 약 34.67%, 1985년 이전의 건축물은 약 28.67% 정도 절감효과가 있는 것으로 분석했다.

표 3.2.2 그린리모델링 사업 건축년도별 동절기 평균 난방비

단위: 월평균 난방비(만원/가구)

구분	2001-2005년	1996-2000년	1986-1995년	1985년 이전	계
실태조사	13.6	13.73	13.44	13.71	13.39
그린리모델링 수행	11.28	8.97	6.26	9.78	7.47
증감률	-17.06%	-34.67%	-53.42%	-28.67%	-44.20%

출처: LH(2017) 기존건축물 그린리모델링 빅데이터 기반구축연구

- 다음 표 3.2.3은 서울시의 1970년대에 지어진 2층 양옥집유형과 1990년대초에 지어진 반지하가 있고 외부계단으로 연결된 차장벽돌 주택 유형의 연간 가구당 평균 1차에너지 사용량 및 연간 단위면적당 1차에너지 사용량, 총 재고물량 (연면적, m^2), 총 연간 1차에너지 사용량, 리모델링을 통한 절감잠재량을 정리한 표이다.

표 3.2.3 서울시 노후주택 재고현황 및 에너지사용량

'70년대 2층 양옥집	연간 가구당 평균 1차에너지 사용량(kWh)	연간 단위연면적당 평균 1차에너지 사용량 (kWh/ m^2)	연면적(m^2)	총 1차에너지 사용량 (kWh)
연간합계	20,741	153	3,814,625	583,145,753
리모델링을 통한 절감잠재량	7,640	68	63,814,625	259,394,500
'90년대초반 외부계단 벽돌집	연간 가구당 평균 1차에너지 사용량(kWh)	연간 단위연면적당 평균 1차에너지 사용량 (kWh/ m^2)	연면적(m^2)	총 1차에너지 사용량 (kWh)
연간합계	15,207	250	4,712,432	1,1789,745,096
리모델링을 통한 절감잠재량	5,200	88	4,712,432	414,693,990

자료: 건축데이터 민간개방시스템

- 현재 서울시에 있는 표 3.2.3주택 유형의 총재고는 약 49,900동(20년 이상 노후주택의 약 20%)으로 서울시 가꿈주택을 참고하여 약 2,000만원을 지원하고 상기의 에너지 절감 효과를 기대한다면, 예상 소요비용은 약 9,980억원이며, 이를 통한 연간 예상 에너지 절감잠재량은 약 674GWh규모이다.
- 2018년 여름 정부가 누진제 한시완화 대책 지원금으로 약 2,761억원의 예산을 집행했으며, 2016년에는 약 4,200억원, 2015년에는 1,300억원의 예산을 지원했다. 이를 요금할인에 투자하는 방식으로 에너지 복지를 실현하는 것이 아니라 리모델링에 투자하게 된다면, 추후 에너지효율화를 통한 온실가스 감축 및 거주환경에 대한 편익은 일회적이지 않고 지속적으로 나타날 수 있다.

○ 공공건물 그린리모델링을 통한 에너지 효율화

- 2017년 공공건축물 그린리모델링 지원사업 백서는 그림 3.2.1과 같이 소규모 공공청사 리모델링을 통한 에너지 절감잠재량 및 비용을 분석하였다.

- 이 분석에 사용된 공공청사 표준모델은 1989년에 사용승인된 (28년 경과) 연면적 495.38m²의 소규모 공공업무시설이며, 해당 업무시설의 신축 단위면적당 공사비는 2,000천원/m²로 그린리모델링 단가 1,172천원/m²와 비교했을 때 표준건물의 신축공사비는 약 9.91억원, 그린리모델링 공사비는 약 5.86억원으로 그린리모델링을 통해 신축대비 공사비 40.9%의 예산 절감효과도 기대할 수 있다.
- 같은 보고서에서 유사모델 8개를 분석한 결과 분석 평균 에너지 절감률은 61.5%였으며, 2016년 기준 300~500m²미만 공공업무시설 578동 중 20~30년 경과 건축물의 연면적은 약 231,000 m²이며, 매년 이 중 20%를 리모델링한다면, 약 46,000m²의 리모델링을 가정할 수 있으며, 매년 약 450kWh/m²yr의 60%인 약 270kWh/m²yr의 절감효과를 기대할 수 있다.
- 따라서 소규모 공공업무시설의 20%를 매년 리모델링한다고 가정하면, 매년 46,000m²에 대해 추가로 연간 약 12,420,000kWh의 에너지를 절감할 수 있으며, 5년 뒤부터는 소규모 공공업무시설을 통해 매년 약 62.1GWh의 에너지 절감이 가능하다.
- 또, 2020년부터 매년 46,000m²씩 5년 동안 모두 소규모 공공업무시설을 모두 리모델링하게 되면, 2050년까지 총 절감되는 에너지량은 약 1,739GWh (12,420,000 kWh X30+12,420,000 kWhX29+12,420,000 kWhX28+12,420,000 kWhX27 +12,420,000 kWhX26 =1,739GWh)가 되며, 도입 시기가 늦어질수록 이 양은 현저하게 감소하게 된다.



그림 3.1.90 소규모 공공업무시설의 그린리모델링을 통한 에너지절감잠재량 분석결과

(자료: LH 그린리모델링 창조센터. (2018). 2017년 공공건축물 그린리모델링 지원사업 백서. 세종: 국토교통부.)

4. 건물부문 에너지 절감 및 온실가스 감축 정책 현황

4.1 국내 건물 에너지 수요관리 관련 법 제도 및 정책 현황

4.1.1 관련 법 체계

건물 부문의 에너지 수요관리와 관련된 대표적인 법률은 저탄소녹색성장 기본법, 녹색건축물조성지원법, 에너지이용합리화법, 건축법, 주택법, 환경기술 및 환경산업 지원법 등이며, 건물 부문의 에너지 수요관리와 관련된 기본계획 역시 각 법의 체계에 따라 독립적이고 분산적으로 관리되고 있다.

표 4.1.1 건물 에너지수요관리와 관련된 정부 계획의 구조

국가에너지기본계획(저탄소 녹색성장기본법 제41조)

- 국가에너지자원기술개발 기본계획(에너지법 제11조)
- 기후변화 대응 기본계획 (저탄소 녹색성장 기본법 제 40조)
- 에너지이용합리화기본계획 (에너지이용합리화법 제4조)
- 신재생에너지기술개발 및 보급계획(신에너지 및 재생에너지 개발 이용보급 촉진법 제5조)
- = 전력수급기본계획 (전기사업법 제25조)

표 4.1.2.는 현재 국내 건물에너지 수요관리 관련 정책을 규정하고 있는 법령의 체계를 정책 목표에 따라 분류한 것으로 크게 녹색건축물의 확대, 건물부문 온실가스 배출관리, 에너지이용합리화, 녹색기술 및 산업활성화, 신재생에너지이용 활성화로 구분 할 수있다.

표 4.1.2 건물에너지 수요관리를 위한 법령 체계도

구분	법령			행정규칙
녹색건축물 확대	저탄소녹색성장 기본법 녹색건축물 조성지원법	녹색건축물 조성지원법 시행령	녹색건축물 조성지원법 시행규칙	건축물에너지절약설계기준
	녹색건축물 조성지원법	녹색건축물 조성지원법 시행령	녹색건축물 조성지원법 시행규칙	기존 건축물의 에너지성능 개선기준
	녹색건축물 조성지원법	녹색건축물 조성지원법	건축물 에너지효율등급 인증 및	건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증기준

구분	법령			행정규칙
		시행령	제로에너지건축물 인증에 관한 규칙	
	녹색건축물 조성지원법		녹색건축 인증에 관한 규칙	녹색건축인증기준
	건축법	건축법 시행령	건축법 시행규칙	건축공사 감리세부기준
	건축법		건축물의 설비기준 등에 관한 규칙	건축물의 냉방설비에 대한 설치 및 설계기준
	건축법		지능형 건축물의 인증에 관한 규칙	
	건축법	건축법 시행령		건축물 유지관리점검 세부기준 리모델링이 용이한 공동주택 기준 오피스텔 건축기준
	주택법	주택건설기준 등에 관한 규정		지능형 홈네트워크 설비 설치 및 기술기준 건강친화형 주택 건설기준 공동주택 결로 방지를 위한 설계기준 에너지절약형 친환경주택의 건설기준 중앙집중 난방방식의 공동주택에 대한 난방계량기 등의 설치 기준
	주택법			리모델링 기본계획 수립지침
건물부문 온실가스 배출관리	저탄소 녹색성장기본법	저탄소녹색성장 기본법 시행령		공공부문 온실가스 에너지목표관리 운영 등에 관한 지침 온실가스에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침 온실가스 에너지목표관리 운영을 위한 검증 지침
	에너지이용합리화법	에너지이용합리화법 시행령		온실가스 에너지감축시설 지원사업 관리규정
	에너지이용합리화법			탄소캐슈백 프로그램의 운영에 관한 규정
에너지이용 합리화	에너지법	에너지법 시행령		저소득층 에너지효율개선 사업운영에 관한 규정
	에너지법			지역에너지절약사업 운용지침
	에너지이용합리화법	에너지이용합리화법 시행령	에너지이용합리화법 시행규칙	고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정 에너지경영시스템의 지원 등에 관한규정 에너지진단 운용규정 효율관리 기자재 운용 규정 에너지사용계획 수립 및 협의절차 등에 관한 규정
	에너지이용합리화법	에너지이용합리화법 시행령		공공기관 에너지 이용합리화 추진에 관한 규정 에너지공급자의 수요관리 투자사업 운영규정

구분	법령			행정규칙
	에너지이용합리화법			대기전력 저감 프로그램 운용규정 에너지절약전문기업 관리규정 에너지관리기준 건물냉방온도 제한에 관한 규정 건물 난방온도 제한에 관한 규정
녹색기술 및 산업 활성화	저탄소 녹색성장기본법	저탄소녹색성장 기본법 시행령		녹색인증제 운영요령 녹색제품의 공공구매 촉진을 위한 구매 요령 녹색인증제 수행 지침 공공조달 최소녹색기준제품
	저탄소 녹색성장기본법 환경기술 및 환경산업 지원법 녹색제품 구매 촉진에 관한 법률	환경기술 및 환경산업 지원법 시행령 녹색제품 구매 촉진에 관한 법률 시행령	환경기술 및 환경산업 지원법 시행규칙 녹색제품 구매 촉진에 관한 법률 시행규칙	환경표지대상제품 및 인증기준 환경표지인증에 관한 업무 규정 환경성적표지 인증 업무 규정
신재생에너지이용 활성화	신재생에너지 개발 이용 보급 촉진법	신재생에너지 개발 이용 보급 촉진법 시행령	신재생에너지 개발 이용 보급 촉진법 시행규칙	신재생에너지 공급 의무화 제도 및 연료 혼합 의무화제도 관리 운영지침 신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정
	신재생에너지 개발 이용 보급 촉진법			신재생에너지이용 건축물 인증에 관한 규칙

□ 녹색건축물 확대

녹색건축물 확대와 관련된 상위 법령에는 저탄소녹색성장 기본법, 녹색건축물 조성지원법, 건축법, 주택법이 있으며 다음은 각각의 법령 하에 운영되고 있는 정책들을 짧게 요약한 것이다.

1) 저탄소 녹색성장 기본법

에너지효율 향상과 온실가스 배출 감축정책의 근거가 되는 최상위 법률로, 기후변화 대응 기본계획 및 에너지기본계획의 수립을 주요 내용으로 하며, 녹색건축물을 “에너지이용 효율이 높고 온실가스 배출이 적은 건물”로 정의하고 있다.

녹색건축물의 확대를 위한 다양한 에너지 및 온실가스 감축 정책의 추진 규정을 담고 있는 데, 녹색건축물 등급제, 일정 기준 이상의 건물에 대한 중장기 및 기간별 온실가스 배출량 목표 설정과 관리, 온실가스 감축을 위한 설계기준 및 허가 심의 강화 등 설계, 건설, 유지관리, 해체 등 단계별 대책 및 기준 마련 및 시행, 에너지이용 합리화법에 의한 에너지 절약사업 추진, 신축 및 개축 건물에 대한 지능형 계량기 부착관리, 중앙행정기관, 지방자치단체, 대통령령으로 정하는 공공기관 및 교육기관 등의 건축물이 녹색건축물의 선도적 역할 규정 등이 주요 내용이다.

2) 녹색건축물 조성지원법

저탄소 녹색성장 기본법에 의거하여 녹색건축물을 건축하거나 녹색건축물의 성능을 유지하기 위한 건축 활동 또는 기존 건축물을 녹색건축물로 전환하기 위한 활동 지원을 골자로 저탄소 녹색성장 실현 및 국민 복지 향상을 목적으로 하고 있다. 저탄소 녹색성장 기본법의 정의에 덧붙여 “환경에 미치는 영향을 최소화 하고, 동시에 쾌적하고 건강한 거주환경을 제공하는 건축물”을 녹색건축물로 정의하고 있다.

(1) 건축물 에너지 절약 설계기준

- 녹색건축물 조성지원법에 의거하여 건축물의 효율적인 에너지 관리를 위하여 열손실 방지 등 에너지절약 설계에 관한 기준, 에너지절약계획서 및 설계 검토서 작성기준, 녹색건축물의 건축을 활성화하기 위한 건축기준 완화에 관한 사항 등을 정하고 있다.

(2) 건축물 에너지 소비총량제

- 건축물 에너지소비총량제는 1년 동안 건축물에서 소비하는 총 에너지 사용량을 건물면적으로 나눠 단위 면적당 에너지 소비량을 표시 및 관리하는 제도이다.
- 2011년 서울시에서 먼저 도입 후, 2017년부터 국토교통부가 3천 m^2 이상 민간 업무용시설 및 5백 m^2 이상 모든 용도 공공시설을 대상으로 도입하여 전국적으로 확대 시행하고 있으며, 서울시의 경우는 추가로 공동주택 및 연면적 5백 m^2 이상을 대상으로 한다.

(3) 기존건축물의 에너지 성능 개선기준

- 기존 건축물의 녹색건축물 전환기준 및 방법 등을 제시하고, 에너지 성능 및 효율개선을 위한 성능개선사업에 대한 내용을 규정하고 있다.

(4) 건축물에너지효율등급인증

- 건물의 에너지소요량 및 이산화탄소 발생량을 포함한 건물의 에너지 성능을 평가하여 인증함으로써 에너지이용효율 향상을 높이는 것을 목표로 한다. 건물의 설계도서를 통하여 난방, 냉방, 급탕 등 에너지소요량과 이산화탄소 발생량을 평가하여 에너지성능에 따라 10개 등급(1+++~7)으로 인증한다.
- 대상: 모든 용도의 신축 및 기축 건물
- 인증기준: 연간 단위면적당 1차에너지 소요량 ($kWh/m^2.y$)

(5) 제로에너지 건축물 인증

- 건축물 에너지효율등급, 에너지자립률, 건물에너지관리시스템을 평가하여 인증함으로써 건물부문 온실가스 감축을 목표로 한다. 건물의 설계도서를 통하여 단위면적당 1차에너지

생산량과 1차에너지 소비량을 평가하여 에너지자립률에 따라 5개 등급(1~5)으로 인증한다.

- 대상: 단독주택, 공동주택 및 기숙사, 업무시설, 그 외 용도의 건축물 중 냉난방면적이 500m² 이상인 건축물

(6) 녹색건축 인증 및 관련 인센티브

- 설계와 시공 유지, 관리 등 전 과정에 걸쳐 에너지 절약 및 환경오염 저감에 기여한 건축물에 대한 친환경 건축물 인증이다. 건축물의 전 생애(Life Cycle)를 대상으로 환경에 영향을 미치는 요소에 대한 평가를 통하여 대상 건축물의 환경성능을 인증한다.
- 대상:
신축- 사용승인 또는 사용검사를 받은 후 3년 이내의 모든 건축물
기존- 공동주택, 업무용건축물
- 등급: 최우수(그린 1등급), 우수(그린2등급), 우량(그린3등급), 일반(그린4등급)
- 유효기간: 5년
- 인센티브: 취득세 감면, 재산세 감면, 용적률 및 높이제한 완화

(7) 건축물에너지절약계획서

- 연면적 합계 500m² 이상 건축물의 대수선을 제외한 건축허가 사항 또는 용도변경 시 에너지절약계획서를 허가권자에게 제출해야 한다. [예외: 연면적 합계 500m² 미만인 건축물, 건축신고대상 건축물, 단독주택, 동식물원, 냉방 및 난방설비를 모두 설치하지 아니하는 다음의 건축물(공장, 창고시설, 위험물 저장 및 처리시설, 자동차 관련시설, 동물 및 식물 관련 시설, 자원순환 관련시설, 교정 및 군사시설, 방송통신시설, 발전시설, 묘지관련 시설, 운동시설, 위락시설, 관광휴게시설)]

(8) 건축 리모델링 시 차양 등의 설치 의무

- 대상: 중앙 행정기관, 지방자치단체, 공공기관, 교육기관의 장이 소유 또는 관리하는 연면적 3,000m² 이상의 업무시설 및 교육연구시설의 건축 및 리모델링 시
- 적용: 단열재, 방습층, 지능형 계량기, 고효율 냉난방장치, 조명기구 등 설치, 외벽창 또는 유리 플라스틱 외벽 등 부위의 차양 등 일사조절장치 설치

(9) 제로에너지건축물 컨설팅 지원

- 녹색건축물조성지원법 17조에 따른 제로에너지건축물 인증을 받으려는 건축물을 대상으로 에너지컨설팅 및 가이드라인 제공을 통해 제로에너지건축물 인증취득을 위한 건축비 절약 및 에너지성능 향상 지원을 목적으로 한다.
- 대상: 건축물 에너지효율등급 1++ 이상인 건축물
- 등급: ZEB 1~5(5종)

- 유효기간: 에너지효율등급 잔여 유효기간
- 인증서 기재내용: 제로에너지건축물 인증등급, 단위면적당 1차에너지소비량, 단위면적당 1차에너지생산량, 에너지자립율, 건축물 에너지효율등급

(10) 서울시 녹색건축물 설계기준

- 대상: 에너지 절약계획서 제출 대상 건축물 또는 공동주택
- 적용기준: 환경성능부문, 환경관리부문, 에너지성능부문, 에너지관리부문, 신재생에너지부문의 부문에 대한 기준을 마련하고 있다.
- 인센티브: 건축물 에너지 절약 설계기준에 따른 기준 완화, 재활용 건축자재 사용에 따른 완화, 취득세 감면

(11) 건물에너지 성능정보공개제도

- 공개대상: 전체 세대수가 300세대 이상인 주택단지 내의 공동주택, 연면적 3천제곱미터 이상의 업무시설(오피스텔 제외), 건축물 에너지효율등급 인증 또는 제로에너지건축물 인증을 받은 건물
- 공개방법: 인터넷 홈페이지
(<https://www.greentogether.go.kr:8343/ecm/cvl/index.do>)
- 부동산 거래 시 활용방안: 공인중개사법에 따른 중개업자가 해당 건물 중개 시 매입자 또는 임차인이 중개 대상 건축물의 에너지평가서를 확인할 수 있도록 안내
- 에너지정보: 세대, 호, 가구 등을 구분하여 공개
- 에너지성능정보 공개 활용 운용기관(국토교통부장관 지정): 한국감정원, 한국에너지공단

(12) 대기전력 차단장치 설치의무

- 대상: 신축건축물
- 내용: 모든 신축 건축물은 대기전력 차단장치를 1개 이상 설치해야 하며, 대기전력 차단장치를 통해 차단되는 콘센트 개수가 전체 콘센트 개수의 30% 이상이 되어야 한다.

(13) 그린리모델링 이차지원 사업

- 대상: 기존 건축물에 대하여 에너지 성능개선을 위한 리모델링을 구상 또는 실행 중인 모든 유형의 민간사업
- 그린리모델링 사업신청자: 건축주로부터 사업신청서의 신청동의를 받은 그린리모델링 사업자
- 민간금융 대출 신청주체: 그린리모델링사업자 또는 건축주
- 이차지원 대상 공사: 건축적 성능 향상 공사(단열보완, 기밀성 강화, 외부창호 성능개선, 일사조절장치 등 외피 성능 향상)
- 건축적 성능 향상 공사와 병행가능 공사
 - a, 에너지 관리 장치: 조닝제어장치, 대기전력 차단 장치, BEMS(건물에너지 관리시스템)

장치, 스마트계량기 등

- b. 피크부하 저감 장치: 에너지 저장 시스템(ESS), 빙축열 등
 - c. 신재생에너지 공사: 태양광, 태양열, 지열, 풍력 등
 - d. 에너지 성능개선 관련공사: 고효율 냉·난방장치, LED 조명 등
 - e. 에너지 성능개선 공사와 연관된 부대공사 (부대공사의 인정여부는 해당 사업의 에너지 성능개선 공사 범위와 내용을 참고하여 정함)
- 이자지원율은 대출이자율을 초과할 수 없으며, 에너지 성능개선 비율에 따라 지원율을 차등 지급한다.
 - 이자지원을 우대방안
 - 차상위계층*(기초생활수급자 포함)에 대해서는 에너지 성능개선 비율 20% 이상 또는 창호 에너지소비 효율등급 4등급 이상으로 개선할 경우 이자지원율 4% 지원
 - 이자지원 신청 대상사업비 기준
 - 이자지원 신청 대상사업비 기준: 이자지원 신청 대상사업비는 최대한도로 비주거건물 1동당 50억원, 공동주택 1세대당 2천만원, 단독주택 1호당 5천만원까지 가능하며, 최소한도는 비주거 2,000만원, 주거(단독주택, 공동주택) 300만원이며, 10만원 단위에서 신청

(14) 서울시 BRP 지원사업

- 에너지이용 합리화와 온실가스 감축을 위한 에너지절약설비 설치 시 시민 경제부담 완화를 위해 장기·저리로 융자 지원을 목표로한다.
- 지원규모: 150억원
- 지원대상: 서울소재 건물에서 BRP 사업을 추진하는 자
- 지원사업: 에너지절약설비 설치사업(지원항목 해당하는 성능에 한함)
- 지원조건

〈공통항목〉

- 지원한도: 소요자금의 100% 이내
- 적용금리: 연리 1.45%(고정금리), 조기상환 수수료 없음
- 지원대상: 사용승인일 3년 이상 경과한 건물 또는 주택
- 지원조건: 서울시 융자심의를 통해 추천받고 공사를 완료하였으며 해당금융기관 대출심사 통과조건

〈건물부문〉

- 지원대상: 건물소유자, 건물세입자, ESCO 사업자
- 지원한도: 5백만원 ~ 10억원(집합건물은 20억원 까지)
- 금융기관: 우리은행, 산은캐피탈, 하나은행, 국민은행, 농협, 중소기업은행
- 대여조건: 8년이내 균등분할상환(3년이내 거치 가능), 상환 거치기간 연단위로만 설정

〈주택부문〉

- 지원대상: 주택소유자

- 지원한도: 2백만원 ~ 15백만원
- 금융기관: 우리은행, SGI 서울보증
- 대여조건: 8년 균등분할상환

3) 건축법

건축법은 건축물의 대지·구조·설비 기준 및 용도 등을 정하여 건축물의 안전·기능·환경 및 미관을 향상시킴으로써 공공복리의 증진에 이바지하는 것을 목적으로 공공복리증진을 목적으로 하는 법령으로 에너지효율과 관련하여서는 다음과 같은 내용들을 규정하고 있다.

(1) 건축공사 감리세부기준

(2) 리모델링이 용이한 공동주택 기준

- 공동주택에 대한 리모델링이 용이한 구조의 판단을 위한 세부적인 기준 등에 대하여 정함을 목적으로 한다.
- 반영구적인 장수명, 내구성, 안전성, 가변성, 친환경성의 성능과 품질을 확보할 수 있도록 설계, 시공, 감리가 이루어져야 함을 원칙으로 하고 있다.
- 평가항목: 세대가변성, 구조체와 건축설비분리, 세대내부 가변성, 친환경성

(3) 오피스텔 건축기준

(4) 건축물 유지관리점검 기준과 정기 및 수시점검의무

- 점검시기
 - 정기점검: 사용승인일로부터 10년이 지난 날부터 또는 수시점검일로부터 2년마다 실시
 - 수시점검: 재난 등으로부터 건축물의 안전을 확보하기 위하여 필요한 때 실시
- 점검대상: 다중이용건축물, 준다중이용건축물 중 특수구조 건축물, 연면적 합계가 3,000m² 이상인 집합건축물 (관리주체 관리를 받는 공동주택 제외), 지방자치단체의 조례로 정한 다중이용업 건축물
- 점검항목: 대지, 높이 및 형태, 구조안전, 화재안전, 건축설비(건축설비 기준 및 승강기), 에너지·친환경 관리(지능형건축물, 건축물에 대한 효율적인 에너지관리와 녹색건축물 건축의 활성화, 녹색건축의 인증, 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지 건축물 인증)
- 주택의 유지관리 지원: 시도지사 및 시장, 군수, 구청장은 단독주택 및 공동주택의 소유자나 관리자가 효율적으로 건축물을 유지, 관리할 수 있도록 건축물의 점검 및 개량, 보수에 대한 기술지원, 정보제공, 융자 및 보조 등을 할 수 있음(융자 및 보조에 대하여는 사용승인 후 20년이상 된 단독주택으로서 해당 지방자치단체의 조례로 정하는 건축물에 한정).

(5) 허가권자의 안전점검

- 대상: 허가권자는 안전에 취약하거나 재난의 위험이 있다고 판단되는, 사용승인후 20년이상 지나고, 유지관리 점검대상 건축물에 대해 직권으로 안전점검을 실시하거나, 당해 건축물의 소유자 또는 관리자에게 안전점검을 요구할 수 있음.
- 허가권자는 소유자나 관리자로 하여금 안전점검을 하도록 요구할 때, 안전점검 비용을 지원할 수 있음.

(6) “건축물의 설비기준 등에 관한 규칙”

- 건축물의 냉방설비 설치: 다음 시설에 대해서는 축냉식 또는 가스를 이용한 중앙집중 냉방방식으로 주간 최대냉방 부하의 60%이상을 수용할 수 있도록 하여야 함.
 - 용도 바닥면적 3,000m² 이상인 연구소, 업무시설, 판매시설
 - 용도 바닥면적 합계 2,000m² 이상인 기숙사, 의료시설, 유스호스텔, 숙박시설
 - 용도바닥면적 합계 500m² 이상인 목욕장, 실내수영장 및 실내물놀이형 시설
 - 용도 바닥면적 합계 10,000m² 이상인 문화 및 집회시설(동식물원 제외), 종교시설, 장례식장, 교육연구시설

(7) 조도기준

4) 주택법

(1) 공동주택 친환경주택성능평가

- 기후변화 대응 및 저탄소 녹색성장을 위해 에너지절약형 친환경주택(그린홈)의 건설기준 및 성능을 마련하고 '20년까지 총 200만호의 친환경 주택 공급을 목적으로 하고 있다. 공동주택 30세대 이상은 사업승인 신청 시, 친환경 주택(그린홈) 성능평가서 및 증빙자료를 승인권자(지자체장)에게 의무 제출하고, KEA 등 에너지관련 전문기관의 검토의견에 따라 사업승인 여부가 결정된다.
- 대상: 30세대 이상의 공동주택
- 성능평가서의 주요내용
 - a. 성능기준: 난방, 급탕, 열원, 전력에너지를 평가하여 총에너지사용량(이산화탄소 배출량)의 절감률을 각 세대별 40%이상(전용면적 60m² 초과) 또는, 30% 이상(전용면적 60m²이하) 절감
 - b. 시방기준:
건축법규(건축물 에너지절약 설계기준)대비 단열기준 강화

고효율 콘덴싱보일러 채택(지역난방 또는 열병합발전은 제외)

고효율 설비(고기밀성창호, 고효율기자재, 대기전력차단장치, 일괄소등스위치, 고효율 조명기기 및 공용화장실자동점멸스위치, 실별 온도조절장치, 절수기기) 의무설치

(2) 지능형 홈네트워크 설비 설치 및 기술기준

(3) 건강친화형 주택 건설기준

- “건강친화형 주택”이란 오염물질이 적게 방출되는 건축자재를 사용하고 환기 등을 실시하여 새집증후군 문제를 개선함으로써 거주자에게 건강하고 쾌적한 실내환경을 제공할 수 있도록 일정수준 이상의 실내공기질과 환기성능을 확보한 주택으로서 의무기준을 모두 충족하고 권장기준 중 2개 이상의 항목에 적합한 주택을 말한다.
- 의무기준에는 친환경 건축자재의 적용, 플러쉬아웃 실시, 단위세대의 환기성능 확보, 친환경 생활제품의 적용, 건축자재의 시공 관리기준이 있다.

(4) 공동주택 결로 방지를 위한 설계기준

- 공동주택 세대 내의 결로 저감을 유도하고 쾌적한 주거환경을 확보하는데 기여하는 것을 목적으로 한다.
- 출입문, 벽체접합부, 창 의 항목에서 결로 방지 성능기준을 정하고 있다.

(5) 에너지절약형 친환경주택의 건설기준

(6) 중앙집중 난방방식의 공동주택에 대한 난방 계량기 등의 설치 기준

(7) 리모델링 기본계획 수립지침

5) 공동주택관리법

(1) 공동주택관리법 장기수선계획

- 공동주택을 오랫동안 안전하고 효율적으로 사용하기 위하여 필요한 해당 공동주택 공용부분의 주요 시설의 교체 및 보수 등에 관하여 수립하는 장기계획을 말한다.
- 대상: 300세대 이상의 공동주택, 승강기가 설치된 공동주택, 중앙집중난방방식 또는 지역난방방식의 공동주택, 주택외의 시설과 주택을 동일 건축물로 건축한 건물.
- 수립기준: 건물외부, 건물내부, 전기, 소화, 승강기 및 홈네트워크 설비, 급수, 가스, 배수 및 환기설비, 난방 및 급탕설비, 옥외 부대시설 및 복리시설

6) 기타

(1) 주거급여제도

- 생활이 어려운 사람에게 주거급여를 실시하여 국민의 주거안정과 주거수준 향상에 이바지하는 것을 목적으로 한다.
- 주거급여 수급자에게 주거안정에 필요한 실제임차료, 유지수선비 등을 포함하여 주거급여 실시
- 지원대상: 가구원수에 따른 소득인정액 기준 충족 시 지원 (기준 중위소득 43%이하)
- 임차가구에게 전월세비용 지원 및 자가가구에 수리비 지원.
- 경보수, 중보수, 대보수로 나뉘어 주택의 노후도에 따라 지원

(2) SH 리모델링지원형 장기안심주택

- 리모델링 지원형 장기안심 주택은 개보수가 필요한 민간주택의 리모델링 비용(최대 1,000만 원)을 서울특별시가 지원하고, 리모델링 비용을 지원받은 주택 소유주는 개량한 주택을 6년 동안 전세금(보증부 월세 포함) 인상 없이 임대주택으로 제공하는 새로운 형태의 공공임대주택이다.
- 지원금액(1호당)
 - 주택경과연수 및 현재 전세보증금을 고려하여 아래 산식에 의거 산정
 - 지원금액 = 1,000만원 × [주택경과연수 배점(0.3 ~ 0.6) + 전세보증금 배점(0.2 ~ 0.4)]
 - 최소 500만 원부터 최대 1,000만 원까지 차등 지원
- 리모델링 공사 범위
 - 주택 성능 개선 11개 공사종류(방수, 지붕, 단열, 창호 공사 등)
 - 생활 편의 개선 3개 공종(도배 장판 교체, 위생기구 교체, 가구 공사 등)등)

(3) 서울시 가꿈주택 시범사업

- 체계적인 공공지원을 통해 집수리 모범 주택을 조성·홍보함으로써 집수리 공감대 형성 및 인식 개선하는 사업
- 집수리 비용 보조: 공사비의 50%이내, 최대 1천만원(내부 공사비는 300백만원까지)

(4) 친환경보일러 보급지원사업

- 초미세 먼지 억제 및 에너지 효율화를 위해 서울시 내의 가정용 일반보일러를 저녹스(친환경 콘덴싱) 보일러로 교체하는 가구주를 지원
- 지원금액 1대당 16만원

□ 건물부문 온실가스 배출관리

건물부문 온실가스 배출관리와 관련된 법령에는 저탄소녹색성장 기본법, 에너지이용합리화법이 있으며 크게 온실가스 목표관리제와 탄소포인트제도가 이 유형에 해당한다.

1) 저탄소 녹색성장 기본법

(1) 온실가스 목표관리제:

저탄소 녹색성장 기본법 제42조 및 시행령 제26조~제34조에 근거하여 2030 국가 온실가스 감축목표(BAU 대비 37% 감축)를 실현하기 위한 핵심수단으로 온실가스 다배출업체에 대해 목표관리 업체로 지정하고 온실가스 배출량 및 화석 에너지 사용량에 대한 감축·절감목표를 부과하여 이행실적을 검증 관리하는 제도이다.

- 정부는 관리업체와 온실가스·에너지 목표를 상호협약하고, 인센티브(이행지원)와 패널티(개선명령, 과태료 등)를 통해 목표달성을 지원
- 사업 대상: 연간 온실가스 50,000tCO₂이상 배출하거나 연간 200TJ 이상 에너지를 소비하는 업체 또는 온실가스 15,000tCO₂이상 배출하거나 연간 80TJ 이상 에너지를 소비하는 업체
- 관리업체 현황: 2018년 6월 29일 관리업체 지정 기준 온실가스·에너지 목표관리제 관리업체는 총 393개이며, 소관 관장기관별로 산업통상자원부 217개, 국토교통부 132개, 농림축산식품부 22개, 환경부 12개, 해양수산부 10개, 공공부문 대상 기관은 826개이다.
- 목표설정대상 확정 - 서면조사 - 현장조사 및 담당자 교육 - 신/증설시설 반영여부 통보 - 기준배출량 산정 - 예상배출량 산정 - 예상배출량 협의 - 감축목표 확정 통보의 절차로 시행된다.

2) 에너지이용합리화법

(1) 탄소포인트제:

가정·상업 등의 전기·가스·수도 등의 절감량을 온실가스 감축률로 환산하여 감축 구간별 포인트를 산정 및 인센티브(현금 또는 그린카드 포인트)를 지급하는 온실가스 감축 실천 프로그램

- 참여자격: 가정, 상업시설의 실사용자, 학교 등 기관
- 대상분야: 전기, 가스, 수도
- 탄소포인트 및 인센티브 산정기준(2011. 7. 1부터 적용)
- 탄소포인트제 참여시점 기준으로 2년 전 전기, 가스, 수도 사용량을 파악하고, 참여 후 전기, 수도 사용량과 비교하여 온실가스 감축구간에 따라 정액으로 포인트 차등 부여

□ 에너지이용합리화

에너지이용화와 관련된 법령에는 에너지법과 에너지이용합리화 법이 있으며, 에너지법은 주로 저소득층 에너지 효율개선 및 지역에너지 절약 사업 등의 정책과 관련이 있고, 에너지이용합리화법은 에너지 소비를 줄이고 에너지사용 제품의 효율화와 관련된 다양한 정책들의 근거가 되고 있다.

1) 에너지법

에너지법은 국민경제의 발전과 국민복리 향상을 목적으로 지역에너지 계획, 에너지 비상계획, 에너지 기술개발계획 등과 관련된 규정을 하는 상위 법령이다. 저소득층 에너지 복지문제나, 지역의 에너지 절약사업에 대한 근거도 이 법에서 찾을 수 있다.

(1) 저소득층 에너지효율 개선지원

- 저소득 취약계층에 대한 창호·단열공사, 보일러 등 고효율 기기 지원을 통한 에너지 효율 개선으로 에너지 구매비용을 줄여줌으로써 에너지 빈곤 해소에 기여하는 것을 목적으로 차상위계층 및 기초생활 수급권자 중 주택 에너지효율이 불량한 자에게 지원된다.
- 대상: 국민기초생활 보장법 제5조 제1항의 국민기초생활 수급권자 및 같은 법 시행령 제3조의2의 차상위계층

2) 에너지이용합리화법

에너지의 수급을 안정시키고 에너지의 합리적이고 효율적인 이용을 증진하며 에너지소비로 인한 환경피해를 줄이는 것을 목적으로 한다.

(1) 에너지사용 기자재 효율관리정책

고효율기자재 및 효율관리기자재 보급을 보급하고, 대기전력 관리대상 제품을 지정하여 에너지 사용하는 기자재 전반의 효율 개선을 촉진하고 장려하는 정책

- 효율관리기자재: 널리 보급되어 있고 상당량의 에너지를 소비하는 사용하는 에너지사용기자재와 에너지를 사용하지 아니하나 열손실 방지 등으로 에너지절감에 기여하는 에너지관련기자재로 나뉨. 산업통상자원부 장관은 효율관리 기자재 품질기준을 정하여 고시하고, 시중에 유통되는 효율기자재의 품질관리 조사나 사후관리조사 대상을 통한 품질 조사 결과 기준에 미치지 못할 경우 시정명령등의 조치를 할 수 있다.
- 고효율에너지기자재: 에너지이용의 효율성이 높아 보급을 촉진할 필요가 있어 산업통상자

원부 장관이 고효율 에너지기자재 보급촉진에 관한 규정으로 정하는 에너지사용 기자재 또는 에너지 관련 기자재(펌프, 산업건물용 보일러, 무정전전원장치, 폐열회수형 환기장치, 발광다이오드(LED) 등 조명기기, 그 밖에 산업통상자원부 장관이 고효율 에너지기자재 보급촉진 규정에 따라 인정하여 고시하는 기자재 및 설비로 국가, 지자체 공공기관에게 인증제품 우선 구매 등을 규정

- 대기전력 대상: 대기전력대상제품은 대기전력저감이 필요한 대기전력 저감 대상제품과 대기전력 저감효율이 높은 대기전력저감 우수제품, 대기전력 저감대상제품 중 대기전력 저감을 통한 에너지 이용의 효율을 높이기 위해 대기전력 저감기준에 적합할 것이 특히 요구되는 기자재로 분류됨.
- 평균에너지소비효율 기자재: 각 효율관리 기자재의 에너지소비효율 합계를 그 기자재의 총수로 나누어 산출한 평균에너지소비효율에 대하여 총량적인 에너지효율의 개선이 특히 필요하다고 인정되는 승용자동차 등을 말함

(2) 에너지경영시스템

에너지경영시스템은 에너지다소비업자가 에너지이용효율을 개선할 수 있는 경영목표를 설정하고, 이를 달성하기 위하여 인적, 물적 자원 및 관리체제를 일정한 절차와 방법에 따라 체계적이고 지속적으로 관리하는 경영활동체제를 뜻한다.

- 지원범위: 에너지경영시스템 도입을 위한 기술의 지도 및 관련 정보의 제공/ 에너지경영시스템 관련 업무를 담당하는 자에 대한 교육 훈련/ 그 밖에 에너지경영시스템의 도입을 위하여 산업통상자원부 장관이 필요하다고 인정한 사항

(3) 에너지 다소비건물

- 에너지다소비사업자: 연간 에너지사용량이 2000 TOE 이상인 자
- 에너지사용량 신고의무: 매년 1월 31일까지 시도지사에 제출하면, 2월말 시도지사가 산업통상자원부 장관에게 보고
- 에너지사용량 신고 내용: 전년도의 분기별 에너지사용량 및 제품생산량/ 해당 연도의 분기별 에너지사용예정량과 제품생산예정량 / 에너지사용기자재의 현황/ 전년도의 분기별 에너지이용합리화 실적 및 해당연도의 분기별 계획/ 에너지관리자 현황

(4) 에너지진단

에너지진단은 에너지사용시설(공정)에 대한 에너지이용실태를 측정, 분석하여 손실요인을 도출하고 개선방안 즉, 경제적인 투자방법을 제시하는 것으로 현재 에너지다소비사업자 대상으로 연간 20만 TOE 이상 사용시 전체진단 5년마다, 부분진단 3년마다, 연간 20만 TOE 미만 사용시 5년마다 에너지진단을 의무화하고 있다.

- 에너지진단을 받지 아니한 에너지다소비사업자는 2천만원 이하의 과태료 대상

(5) 에너지사용계획 제출의무

에너지사용계획이란 사업주관자가 시행하는 사업의 실시와 시설의 설치로 인하여 에너지수급, 이산화탄소 배출에 미칠 영향을 분석하고, 소요 에너지의 공급계획 및 에너지의 합리적 사용과 그 평가에 관하여 수립한 계획

- 사용계획 수립권자
 - a. 도시개발사업, 산업단지개발사업, 에너지개발사업, 항만건설사업, 철도건설사업, 공항건설사업, 관광단지개발사업, 개발촉진지구개발사업 또는 지역종합 개발 사업을 실시하려는 공공사업 또는 민간사업 주관자
 - b. 연간 2천5백 TOE 이상의 연료 및 열을 사용하거나 연간 1천만 kWh 이상의 전력을 사용하는 시설을 설치하려는 공공사업 주관자
 - c. 연간 5천 TOE 이상의 연료 및 열을 사용하거나 연간 2천만 kWh 이상의 전력을 사용하는 시설을 설치하려는 민간사업 주관자
- 제출: 산업통상자원부장관
- 내용: 사업개요, 에너지수요예측 및 공급계획, 에너지수급에 미치게 될 영향 분석, 에너지소비 온실가스 배출에 미치게 될 영향 분석, 에너지이용효율 향상 방안, 에너지이용 합리화를 위한 온실가스(이산화탄소만 해당) 배출 감소방안, 사후관리계획, 그 밖에 에너지이용효율향상을 위하여 필요하다고 산업통상자원부장관이 정하는 사항
- 제출시기: 해당 사업 허가, 실시계획인가 신청 전

(6) 공공기관 에너지 이용합리화

공공기관 에너지 이용합리화에 관해서는 에너지이용합리화법에 따라 국가, 지방자치단체 등 공공기관의 에너지의 효율적 이용과 온실가스 배출 저감을 위하여 공공기관이 추진하여야 하는 사항을 공공기관에너지이용합리화 추진에 관한 규정을 통해 별도로 정하고 있음. 주요 내용은 다음과 같다.

- 건축물 에너지효율등급 취득
- 대상: 녹색건축물 조성지원법에 따른 에너지절약계획서 제출대상 건축물 중 연면적 3,000m²이상이고, 에너지효율등급 인증기준이 마련된 건축물을 신축하거나 별동으로 증축하는 경우
목표: 건축물 에너지효율등급 1등급 이상 (단, 기숙사 제외 공동주택 2등급 이상)
- 제로에너지건축물 인증 취득
- 대상: 시장형 준시장형 공기업의 에너지효율등급 대상(에너지절약계획서 제출대상 건축물 중 연면적 3,000m²이상) 중 교육연구시설과 업무시설 (오피스텔 제외)을 신축하거나 별동으로 증축하는 경우
목표: 제로에너지건축물 인증 취득
- 건물에너지관리시스템(BEMS) 설치

- 대상: 녹색건축물 조성지원법에 따른 에너지절약계획서 제출대상 건축물 중 연면적 10,000m² 이상 건축물을 신축하거나 별동으로 증축하는 경우 (공동주택, 오피스텔, 산업통상자원부 장관이 인정하는 경우 제외)
BEMS 구축 시 한국에너지공단 설치 확인을 받아야 함.
- 에너지진단 및 ESCO 추진
- 대상: 연면적 3,000m² 이상인 업무시설을 소유한 공공기관
5년마다 에너지진단전문기관으로부터 에너지 진단을 받아야함.
에너지진단결과 에너지절감효과가 5%이상이고 투자비회수기간이 10년이하(창호, 단열 등을 포함하는 시설개선사업인 경우 15년)인 공공기관은 에너지진단이 종료된 시점으로부터 2년 이내에 ESCO 사업을 추진하여야 함.
- 전력수요관리시설 설치
- 대상: 연면적 1,000m² 이상의 건축물 중 신축 또는 증축인 경우나 냉방 시설 전면 개체의 경우
내용: 다음의 냉방방식 설치 (주간 최대 냉방부하의 60%이상을 심야전기를 이용한 축냉식/ 도시가스를 이용한 냉방방식/ 집단에너지를 이용한 지역냉방방식/ 소형열병합 발전을 이용한 냉방방식/ 신재생에너지를 이용한 냉방방식/ 전기를 사용하지 아니한 냉방방식)
에너지진단결과 에너지절감효과가 5%이상이고 투자비회수기간이 10년이하(창호, 단열 등을 포함하는 시설개선사업인 경우 15년)인 공공기관은 에너지진단이 종료된 시점으로부터 2년 이내에 ESCO 사업을 추진하여야 함.
- LED 조명기기 설치의 연도별 보급목표
신축건물: 2017년까지 100%
기존 건물: 2017년까지 교체율 80%, 2020년까지 교체율 100%
- 적정실내온도 준수
난방온도: 평균 18 °C 이하
냉방온도: 평균 28 °C 이상
- 전력저장장치 설치 대상:
계약전력 1,000kW 이상의 건축물에 계약전력 5%이상의 전력저장장치(ESS)를 설치하여야 함.
- 에너지기자재 신규교체 의무사항
고효율 에너지기자재 인증제품, 에너지소비효율 1등급 제품
대기전력 저감 (대기전력 1W 이하)
- 엘리베이터 효율 운행: 모든 공공기관은 엘리베이터 4층이하 운행금지, 5층 이상 격층운행 의무

(7) 에너지 공급자 수요관리투자계획 (에너지 공급자 효율향상 의무화제도)

에너지합리화법에 따라 에너지공급자(한국전력공사, 한국가스공사, 한국지역난방공사, 산업통

상자원부 장관이 지정한 자)는 에너지 생산·전환·수송·이용 상의 효율 향상, 수요 절감, 온실가스 배출 감축을 위해 매년 장단기에너지수요 전망, 에너지절약 잠재량의 추정 내용, 수요관리의 목표 및 그 달성 방법, 수요관리 촉진에 관한 사항 등을 내용으로 수요관리투자 계획을 수립하도록 하고 있으며, 2018년부터 한전을 시작으로 에너지공급자 효율향상 의무화제도가 시행되고 있다.

- 에너지공급자효율향상 의무화제도: 에너지공급자에게 에너지 판매량(GWh)과 비례하여 에너지 절감목표를 부여하고, 다양한 효율향상 투자를 통해 목표를 달성하도록 의무화하는 제도이다. 올해 한국전력공사의 시범사업기간 에너지 절감목표비율은 전전년도 에너지 판매량(GWh)의 0.15%이며, 내년에는 0.2%가 된다.

(8) ESCO 사업

- 기업등록: 산업통장자원부장관에게 등록 (한국에너지공단에 제출)
- 사업범위: 에너지사용시설의 에너지절약을 위한 관리 및 용역사업/ 에너지절약형 시설투자에 관한 사업/ 신에너지 및 재생에너지원의 개발 및 보급사업/ 에너지절약형 시설 및 기자재의 연구개발 사업
- 에너지절약전문기업 관리규정에 따라 운용
- 사업방식: 성과배분(사업자 파이낸싱 성과배분계약 - 절약시설설치로 인하여 발생하는 에너지절감량(액)을 에너지절약 전문기업과 에너지사용자가 합의한 조건에 따라 배분하는 것)/ 성과보증(사용자 파이낸싱 성과보증계약 - 절약시설설치로 인하여 발생하는 에너지 절감량(액)을 에너지절약전문기업이 에너지사용자에게 보증하는 것)/ 사업자 파이낸싱 성과보증 (초기투자비는 에너지절약전문기업이 부담하고 절약시설 설치로 인하여 발생하는 에너지절감량(액)을 에너지절약 전문기업이 에너지사용자에게 보증하며, 보증한 절감량을 초과하는 절감량에 대해서는 에너지절약전문기업과 에너지 사용자가 합의한 조건에 따라 배분하는 것)
- 성과보증의 범위 - 에너지절약 전문기업은 에너지사용자와 사용자 파이낸싱 성과보증계약 또는 사업자 파이낸싱 성과보증계약을 체결하는 때에는 목표절감량(액)의 80%를 초과하는 범위에서 에너지 사용자와 합의하여 보증 절감량(액)을 설정하고 에너지 사용자에게 이의 달성을 보증하여야 함.
- 금액보전
 - 측정절감량(액)이 보증절감량(액)에 미달되는 경우: 에너지절약전문기업은 보증절감량(액)과 측정절감량(액)의 차액을 에너지사용자에게 현금으로 보전하여야 함.
 - 측정절감량(액)이 목표절감량(액)에 상회하는 경우: 측정절감량(액)과 목표절감량(액)의 차액에 대해 에너지사용자와 에너지절약전문기업이 합의하여 배분의 비율을 정하며, 에너지 사용자는 에너지절약전문기업에 배분된 비율에 해당하는 금액을 현금으로 지급하여야 함.
 - 측정절감량(액)이 보증절감량(액)과 목표절감량(액) 사이에 해당하는 경우: 에너지사용자

와 에너지절약전문기업은 모두 차액보전과 초과성과배분의 의무를 갖지 않음

(9) 냉난방 온도제한

- 제한대상: 국가, 지방자치단체, 공공기관이 업무용으로 사용하는 건물/ 연간 에너지사용량이 2000TOE 이상인 건물 (단, 공장 및 공동주택, 의료기관의 실내구역, 식품 등의 품질관리를 위해 냉난방온도의 제한온도 적용이 적절하지 않은 구역, 숙박시설 중 객실 내부구역, 기타 산업통상자원부 장관이 고시하는 구역은 제외됨.)
- 제한권자: 산업통상자원부 장관
- 제한 온도 및 제한 기간을 7일전에게 산업통상자원부 장관이 대상자에게 예고

□ 녹색기술 및 산업 활성화

녹색기술 및 산업 활성화 관련 정책들은 저탄소녹색성장 기본법에 근거하며, 녹색제품 공공조달, 녹색인증 활성화, 환경표지 인증 운영과 관련한 정책들이 있다.

1)저탄소녹색성장 기본법

(1) 녹색인증제

신산업, 미세먼지 저감, 기후변화 관련 기술 등의 인증을 통한 시장창출 지원으로 매출액 증가, 일자리 창출 등 산업육성 및 기업경쟁력 강화에 기여하는 것을 목표로 한 인증제도이며, 녹색기술인증, 녹색기술제품 확인, 녹색사업인증, 녹색전문기업 확인으로 구분된다.

- 녹색기술인증은 에너지와 자원을 절약하고 효율적으로 사용하여 온실가스 및 오염물질의 배출을 최소화하는 기술을 대상으로 100점 만점 (기술우수성 60점, 녹색성 40점)으로 70점이상인 기술에 인증한다.
- 녹색기술제품 확인은 인증된 녹색기술을 적용한 제품으로 판매를 목적으로 상용화한 제품이 대상이며, 녹색기술인증 확인, 제품생산가능여부, 품질 경영, 제품 성능을 모두 만족할 경우 확인해 준다.
- 녹색사업 인증은 녹색성장과 관련하여 경제적 기술적 파급효과가 큰 사업에 대해 100점 만점 (환경 기대효과 50점, 녹색기술 활용성 30점, 정책적합성 20점) 기준 70점 이상이면 인증한다.
- 녹색전문기업 확인은 전년도 총 매출액에서 인증 받은 녹색기술에 의한 매출이 20%이상인 기업에 대해 인증한다.

(2) 녹색제품 의무 구매제도

녹색제품 구매를 촉진함으로써 자원의 낭비와 환경오염을 방지하고, 국민경제의 지속가능한

발전에 이바지하기 위해 “녹색제품 구매 촉진에 관한 법률” 제 6조에 따라 공공기관의 녹색제품을 의무화하는 제도이다.

- 대상기관: 국가기관, 지방자치단체, 시장형 공기업, 준시장형 공기업, 기금관리형 준정부기관, 위탁집행형 준정부기관, 지방공기업/의료원, 지자체 출연연구원/재단, 기타 공공기관

(3) 환경표지인증제도 (환경마크)

환경마크제도는 ‘제품의 환경성’을 개선한 제품을 다른 제품과 차별화할 수 있도록 환경마크를 표시함으로써 소비자(구매자)에게 환경성 개선 정보를 제공하고, 소비자의 환경마크 제품 선호에 부응해 기업이 친환경제품을 개발·생산하도록 유도해 자발적 환경개선을 유도하는 자발적 인증제도이다.

- 인증범위: 사무용 기기·가구 및 사무용품, 주택·건설용 자재·재료 및 설비, 개인용품 및 가정용품, 가정용 기기·가구, 교통·여가·문화 관련 제품, 산업용 제품·장비, 복합용도 및 기타, 서비스 등
- 건물 관련해서는 호텔 부문과 휴양 콘도미니엄 부문에 대해 인증을 제공하고 있으나 현재 인증건수는 호텔부문에만 1건에 그침.

□ 신재생에너지이용활성화

건물부문의 온실가스 감축을 위한 신재생에너지 이용활성화 정책의 근거는 신재생에너지 개발 이용보급 촉진법에 있으며, 주로 공급 의무화, 지원정책 등에 관한 근거가 되고 있다.

1) 신재생에너지 개발 이용 보급 촉진법

신재생에너지개발 이용보급촉진법은 신에너지 및 재생에너지의 기술개발 및 이용 보급촉진과 산업 활성화를 통하여 에너지를 다양화하고, 에너지의 안정적인 공급, 에너지 구조의 환경친화적 전환 및 온실가스 배출의 감소에 기여하고자 하는 법으로 건물부문과 관련해서 신재생에너지 설비 설치에 관한 의무규정을 두거나 설치 자금 지원 등을 규정하고 있다.

(1) 신재생에너지보급지원사업- 주택지원사업 (그린홈 100만가구 사업)

2020년까지 신재생에너지주택(Green Home) 100만호 보급을 목표로 태양광, 태양열, 지열, 소형풍력, 연료전지 등의 신재생에너지 설비를 주택에 설치할 경우 설치비의 일부를 정부가 보조지원하는 사업

- 대상: 단독주택 및 공동주택, 보금자리주택, 그린빌리지 사업참여자
- 에너지원별 구체적인 지원기준 및 지원예산액 등은 상이함.

(2) 신재생에너지보급지원사업- 건물지원사업

신·재생에너지 설비에 대하여 설치비의 일정부분을 정부에서 무상보조·지원함으로써, 새로이 개발된 신·재생에너지 기술의 상용화를 유도하고 상용화된 기술에 대하여는 보급활성화를 통하여 신재생에너지 시장창출과 확대를 유도하는 사업

- 대상: 주택 및 지자체가 소유 관리하는 건물 및 시설물 등을 제외한 모든 건물 및 실증 목적의 시범사업
- 에너지원별 구체적인 지원기준 및 지원예산액 등은 상이함.

(3) 공공기관 신재생에너지 설치 의무화제도

공공기관이 신축증축 또는 개축하는 연면적 1,000㎡이상의 건축물에 대하여 예상에너지사용량의 공급의무비율 이상('18년, 24%)을 신재생에너지로 공급토록 의무화한 사업

4.1.2 국내 건물에너지 수요관리 제도 현황

건물에너지 수요관리 관련 정책 및 제도는 크게 제도적인 규제 및 의무화, 직간접적인 지원제도, 수요관리관련 기술적인 정보 제공 및 컨설팅 또는 행동변화 유도를 위한 교육 및 홍보사업으로 나눌 수 있음.

다음 표 4.1.3-표4.1.5는 각각 현재 국내에서 시행되고 있는 신축과 기존 건축물 및 공공건물에 대한 건물에너지 수요관리 정책을 제도 유형에 따라 분류하여 정리한 결과이며, 지자체의 정책 중에서는 서울시의 정책만 별도로 표기하여 포함시킴.

표 4.1.3 국내 '신축건물' 에너지 수요관리 및 온실가스 감축 관련 정책 현황

제도적 규제	건축법 및 설계기준	건축물 에너지소비총량제 건축물에너지절약설계기준 공동주택 에너지절약형 친환경 주택 건설기준 에너지절약계획서 에너지사용계획 제출 의무
		서울시 녹색건축물 설계기준
금융 지원 및 인센티브·시장 활성화	건축기준완화	녹색건축물 건축기준완화
	보조금지원	건물부문 신재생에너지보급 지원사업 그린홈 100만가구 지원사업 전기차 완속충전시설 지원사업 에너지신사업융합시스템 보급사업
	세제지원	녹색건축물 지방세 및 취득세 완화
정보제공/홍보	기술적 정보제공	제로에너지 건축물 컨설팅 지원

	인증제도 및 라벨링	녹색건축인증 건물에너지효율등급인증 제로에너지건축물인증 고효율에너지기자재 대기전력저감제품
--	------------	--

표 4.1.4 국내 '기존건물' 에너지 수요관리 및 온실가스 감축 관련 정책 현황

제도적 규제	건축법 및 설계기준	건축물에너지절약설계기준 (대수선 증축 등) 신재생에너지 공급 의무화 비율 (대수선 증축등) 에너지절약계획서 (대수선 증축등) 서울시 녹색건축물 설계기준 (대수선 증축 등)
	진단의무	에너지진단의무
	정보공개	에너지다소비 사업자 에너지소비량 신고 의무 에너지성능정보공개제도 에너지사용계획 제출
	에너지효율향상의무	목표관리제 배출권거래제 에너지공급자 효율향상 의무화제도
	요금규제	주택용 전기요금 누진제
	기타	냉난방온도제한
금융 지원 및 인센티브/시장활성화	건축기준완화	녹색건축물 건축기준 완화 (대수선 증축 시)
	금융지원	그린리모델링 민간부문 이차지원사업 ESCO 사업 자금지원 리모델링지원형 장기안심주택 서울시 BRP 건물에너지효율화 사업
	보조금지원	건물부문 신재생에너지보급 지원사업 저소득층에너지효율개선지원 국토부 주거급여제도 그린홈 100만가구 지원사업 전기차 완속충전시설 지원사업 에너지신사업 융합시스템 보급사업
		서울시 가꿈주택시범사업 서울시 친환경보일러 보급지원사업 서울시 미니태양광 보급지원사업
	세제지원	녹색건축물 지방세 및 취득세 완화 (대수선 증축 등) ESCO 사업 세제지원
	경제적 인센티브	탄소포인트제도 서울시 에코마일리지 제도
정보제공/ 홍보	기술적 정보제공	건축물 에너지성능관리 시범사업

		빅데이터 기반 건물에너지소비패턴 진단 플랫폼 에너지공단 맞춤형 에너지효율화 컨설팅 그린디자인코디네이터 제로에너지건축물 컨설팅 지원 에너지경영컨설팅
		서울시 집수리 플랫폼
	인증제도 및 라벨링	녹색건축인증 건물에너지효율등급인증 제로에너지건축물인증 고효율에너지기자재 대기전력저감제품
		자발적협약 에너지경영컨설팅 에너지담당자교육
	교육 및 홍보	서울시 에너지자립마을 조성사업

표 4.1.5 국내 '공공건물' 에너지 수요관리 및 온실가스 감축 관련 정책 현황

제도적 규제	건축법 및 설계기준	건축물에너지절약설계기준 신재생에너지 공급 의무화 비율 에너지절약계획서 건축물 에너지소비총량제 BEMS 설치 의무 전력수요관리시설 설치 의무 전력저장장치 설치 의무 LED 조명기기 설치 의무
		서울시 녹색건축물 설계기준
	진단의무	에너지진단의무
	정보공개	공공건축물 에너지소비량 공개
	조달의무	공공건물 에너지효율기자재 사용 의무
	에너지효율향상의무	공공기관 에너지이용합리화 추진에 관한 규정 에너지진단에 따른 ESCO 사업 추진 의무 LED 조명기기 교체의무
	인증의무	신축건물 에너지효율등급인증 및 녹색건축물인증 의무화
	기타	적정실내온도 기준 엘리베이터 효율 운행 의무
금융 지원 및 인센티브/ 시장활성화	보조금지원	그린리모델링 공공부문 시범사업
	자금 지원	ESCO 사업 자금지원
정보제공/ 홍보	기술적 정보제공	에너지공단 맞춤형 에너지효율화 컨설팅

		제로에너지건축물 컨설팅 지원 공공건축물 그린리모델링 지원사업 (사업기획)
	인증제도 및 라벨링	녹색건축인증 건물에너지효율등급인증 제로에너지건축물인증 고효율에너지기자재 대기전력저감제품
	교육 및 홍보	공공기관 에너지담당자교육 지역에너지담당공무원 교육

각 정책의 적용범위가 건축물의 용도 및 규모, 에너지사용량 현황, 신축건물 또는 기존 건물인지 여부에 따라 달라지므로, 다음 표들은 용도별 규모별 에너지사용량 현황별 신축 또는 기존 건물인지에 따라 정리하여 요약한 결과이다..

표4.1.6.과 표 4.1.7.은 국내 주택 규모별 신축과 기존건물에 대한 건물에너지 수요관리 제도 현황으로 현재 500m²이하의 소규모 주택에 대해서는 신축이라도 건축물 에너지 절약 설계기준에서 규정하는 단열 기준 외에는 뚜렷한 성능관리 규제가 없는 상황이며, 공동주택과 비교해서는 건물 외피 성능면에서도 더 낮은 기준을 적용받고 있다. 또, 기존 주택에 대해서는 누진제를 일종의 가격에 기초한 에너지 사용 규제로 볼 수 있기는 하다. 그러나, 이러한 소비제한은 실질적으로 냉난방 권리를 제한하는 반면, 건물의 실질적인 효율개선을 유도할 만큼 충분히 높은 가격에 해당하지도 않기 때문에 에너지 수요관리 및 에너지 복지 두 가지면 모두에서 바람직하다고 보기 어렵다.

신축공동주택의 경우 30세대 이상은 공동주택 친환경 주택성능평가에 따라 추가적으로 에너지 절감기준을 달성하도록 하고 있으며, 300세대 이상에 대해서는 제한적이지만 건축물 에너지 성능정보공개제도가 시행되고 있다.

금융지원의 경우 건물 에너지 효율과 관련해서는 신축과 기존 건물 모두 차상위계층을 제외하고는 보조금은 지원되지 않고, 서울시에서만 제한적으로 도시재생지역의 노후주택을 대상으로 가꿈주택 프로그램을 통해 집수리 비용이 일부 지원되고 있다. 반면에 신재생에너지 적용과 관련해서는 신축과 기존 모두 그린홈 100만가구 사업이나 전기차 완속충전시설, 에너지 신산업 융합시스템 보급사업 등의 보조금을 지원받을 수 있다.

정보제공과 관련해서는 대부분 에너지 효율기자재에 관한 인증이나 녹색건축 및 건축물 에너지 효율등급, 제로에너지 건축물 인증 등 인증과 라벨링을 통해 고효율 건물을 차별화 하는 방식으로 제도가 운영되고 있으나, 실질적으로 인증을 받는 비용이 인증을 통해 받을 수 있는 인센티브보다 크기 때문에, 일반 시민들이 자가 주택을 대상으로 해당인증을 받는 경우는 매우 드물고, 이에

따라 인증 자체에 대한 인지도도 매우 낮은 편이다. 따라서, 좀 더 적극적으로 건물 에너지 효율화의 중요성을 알리고, 체감할 수 있는 정책들이 보완될 필요가 있다.

표 4.1.6 국내 주택 규모별 건물에너지수요관리 제도 현황 (신축)

구분		정책 유형	1	2	3	4	5
규제	제도적 규제 (㎡)	건축물에너지절약설계기준	●	●	●	●	●
		에너지절약계획서		●	●	●	●
		공동주택 친환경주택성능평가		○	○	○	○
		에너지사용계획 제출의무 (서울시 녹색건축물 설계기준)					○
		에너지사용계획 제출의무 (서울시 녹색건축물 설계기준)	○	○	○	○	○
금융지원 및 인센티브	정보공개	건축물 에너지성능정보공개제도					○
	보조금 지원	그린홈 100만가구사업	●	●	●	●	●
		전기차완속충전시설 보급사업	●	●	●	●	●
정보제공 및 홍보	기술적 정보제공	에너지 신산업 융합시스템 보급사업	○	○	○	○	○
		제로에너지건축물 컨설팅 지원	●	●	●	●	●
	인증제도 및 라벨링	에너지소비효율등급	●	●	●	●	●
		고효율기자재	●	●	●	●	●
		대기전력저감제품 인증	●	●	●	●	●
		녹색건축인증 및 관련인센티브	●	●	●	●	●
		건축물에너지 효율등급인증 및 관련 인센티브	●	●	●	●	●
		제로에너지 건축물인증 및 관련 인센티브	●	●	●	●	●

○ 공동주택만 적용 ● 단독공동 모두 적용

□ 적용 범위

1	2	3	4	5
~500㎡	500㎡~1,000㎡	1,000㎡~3,000㎡	3,000㎡~10,000㎡	10,000㎡ 이상
30세대 이상		300세대 이상		
2,000TOE 이상		2,500TOE 이상	5,000TOE 이상	1만 TOE 이상

표 4.1.7 국내 주택 규모별 건물에너지수요관리 제도 현황 (기존)

구분		정책 유형	1	2	3	4	5
규제	제도적 규제 (㎡)	공동주택관리법 장기수선계획				○	○
		주택용 전기요금 누진제	●	●	●	●	●
	정보공개	건축물 에너지성능정보공개제도					○
금융지원 및 인센티브	보조금 지원	그린홈 100만가구사업	●	●	●	●	●
		전기차완속충전시설 보급사업	●	●	●	●	●

구분		정책 유형	1	2	3	4	5
		에너지 신산업 융합시스템 보급사업	○	○	○	○	○
		저소득층 에너지효율 개선지원	●	●	●	●	●
		국토부 주거급여제도	●	●	●	●	●
		리모델링지원형 장기안심주택	●	●	●	●	●
		가꿈주택 시범사업	●	●	●	●	●
		친환경보일러 보급지원사업	●	●	●	●	●
		미니태양광 보급지원사업	●	●	●	●	●
	금융지원	그린리모델링 이자지원 사업	●	●	●	●	●
		서울시 BRP 지원사업	●	●	●	●	●
정보제공 및 홍보	교육 및 홍보	서울시 집수리 플랫폼	●	●	●	●	●
		서울시 에너지 자립마을	●	●	●	●	●

○ 공동주택만 적용 ● 단독공동 모두 적용

□ 적용 범위

1	2	3	4	5
~500㎡	500㎡~1,000㎡	1,000㎡~3,000㎡	3,000㎡~10,000㎡	10,000㎡ 이상
	30세대 이상		300세대 이상	
	2,000TOE 이상	2,500TOE 이상	5,000TOE 이상	1만 TOE 이상

표4.1.8과 표 4.1.9는 근린생활시설의 신축과 기존건물에 대한 건물에너지 수요관리 제도 현황으로 주택과 마찬가지로 현재 500㎡이하의 소규모 근린생활시설에 대해서는 건축물 에너지 절약 설계기준에서 규정하는 단열 기준 외에는 에너지 성능관리 규정이 없는 상황이다. 또한, 요금제의 경우도 일반용 요금제를 쓰기 때문에, 에너지 절약에 대한 동기부여도 되지 않는 상황이다.

지원사업이나 정보지원 관련해서도 일반 주택들과 차별화 되어서 근린생활시설의 특성에 맞추어 도입된 제도는 찾아 보기 어렵고, 지자체 차원의 에너지 절약 캠페인이나 그린인테리어 가게 정도의 홍보가 전부이다.

대부분의 근린생활시설은 임대용 건물인 경우가 많기 때문에 인테리어 외에 다른 투자가 어려운 편이며, 투자회수기간이 길거나, 영업에 방해가 되는 조치들은 하기 어렵다는 한계점도 있다. 따라서 현재 진행되고 있는 금융지원이나 정보지원 정책과 관련해서는 에너지소비효율 등급 표시 외에는 근린생활시설의 임대인-임차인 모두에게 정책적 체감도는 매우 낮다고 평가할 수

밖에 없다. 반면에 3.1절에서도 살펴본 것과 같이 실질적인 절감잠재량이 크기 때문에 향후 근린생활시설 맞춤형 에너지 효율화 방안에 대한 고민이 필요하다.

표 4.1.8 국내 근린생활시설 규모별 건물에너지수요관리 제도 현황 (신축)

구분		정책 유형	1	2	3
규제	제도적 규제 (㎡)	건축물에너지절약설계기준	●	●	●
		에너지절약계획서		●	●
		(서울시 녹색건축물 설계기준)		●	●
금융지원 및 인센티브	보조금 지원	신재생에너지보급지원사업	●	●	●
		전기차완속충전시설 보급사업	●	●	●
		에너지 신산업 융합시스템 보급사업	●	●	●
정보제공 및 홍보	기술적 정보제공	제로에너지건축물 컨설팅 지원	●	●	●
	인증제도 및 라벨링	에너지소비효율등급	●	●	●
		고효율기자재	●	●	●
		대기전력저감제품 인증	●	●	●
		녹색건축인증 및 관련인센티브	●	●	●
		건축물에너지 효율등급인증 및 관련 인센티브		●	●
		제로에너지 건축물인증 및 관련 인센티브		●	●

□ 적용 범위

1	2	3
~500㎡	500㎡~1,000㎡	1,000㎡~

표 4.1.9 국내 근린생활시설 규모별 건물에너지수요관리제도 현황 (기존)

구분		정책 유형	1	2	3
규제	제도적 규제	건축물 정기 및 수시점검의무	●	●	●
금융지원 및 인센티브	보조금 지원	신재생에너지보급지원사업	●	●	●
		전기차완속충전시설 보급사업	●	●	●
		에너지 신산업 융합시스템 보급사업	●	●	●
	금융지원	그린리모델링 지원사업	●	●	●
		ESCO 사업	●	●	●
		서울시 BRP 지원사업	●	●	●

구분		정책 유형	1	2	3
정보제공 및 홍보	기술적 정보제공	제로에너지건축물 컨설팅 지원	●	●	●
	인증제도 및 라벨링	에너지소비효율등급	●	●	●
		고효율기자재	●	●	●
		대기전력저감제품 인증	●	●	●

□ 적용 범위

1	2	3
~500㎡	500㎡~1,000㎡	1,000㎡~

표4.10과 표 4.1.11은 업무시설의 신축과 기존건물에 대한 건물에너지 수요관리 제도 현황으로, 업무시설은 비주거주택 중에는 건물 유형과 특성이 일반적인 편이며, 그로 인해 건축물 에너지 소비총량제 나 에너지성능정보 공개제도 등 에너지 효율관리를 위한 수요관리제도들이 입안되어 있는 편이다. 반면 이러한 규정들은 대부분 3,000㎡이상의 규모를 대상으로 하는 경우가 많고, 실질적으로 주거용 목적으로 쓰이는 경우가 많아 에너지 효율향상이 시급한 오피스텔의 경우에 대해서는 오히려 예외 규정을 두어 이 부분을 개선할 필요가 있다.

공공업무시설의 경우에는 공공건물 에너지이용합리화 규정에 따라 신축과 기존 건물 모두 강화된 규제를 적용받고 있기는 하지만, 공공업무시설의 에너지진단 등이 전반적인 에너지 효율개선 리모델링 등으로 연결되는 데는 에너지 진단의 내용이나 실행면에서 제한적이다.

표 4.1.10 국내 업무시설 규모별 건물에너지 수요관리제도현황 (신축)

구분		정책 유형	1	2	3	4
규제	제도적 규제 (㎡)	건축물에너지절약설계기준	●	●	●	●
		에너지절약계획서	●	●	●	●
		공공건축물 신축·리모델링 시 차양, 지능형 계량기, 고효율 설비 설치 의무			○	○
		신재생에너지 설치 의무화 제도		○	○	○
		건축물 에너지소비총량제	○	○	●	●
		에너지수급 안정 및 효율향상을 위한 전력수요관리시설 설치 의무		○	○	○
		신축 공공건축물 건축물에너지효율등급 1등급이상 취득 의무 (시장형 준시장형 공기업을의 경우 제로에너지건축물 인증 취득 의무)			○	○
		공공기관 고효율에너지기자재 구입 의무	○	○	○	○

구분		정책 유형	1	2	3	4
		서울시 녹색건축물 설계기준	●	●	●	●
	정보공개	건축물 에너지성능정보공개제도(오피스텔 제외)			●	●
금융지원 및 인센티브	기준완화	건축물기준 완화	●	●	●	●
	보조금 지원	신재생에너지보급(건물지원)사업 지원사업	●	●	●	●
		전기차 완속충전기 설치 지원사업	●	●	●	●
	세제지원	녹색건축물 지방세 및 취득세 완화	●	●	●	●
정보제공 및 홍보	기술적 정보제공	제로에너지건축물 컨설팅 지원사업	●	●	●	●
	인증제도 및 라벨링	녹색건축인증	●	●	●	●
		건물에너지 효율등급 인증	●	●	●	●
		제로에너지건축물인증	●	●	●	●
		고효율에너지기자재 인증	●	●	●	●
		대기전력저감제품 인증	●	●	●	●

○ 공공부문만 적용 ● 민간 공공 모두 적용

□ 적용 범위

1	2	3	4
500㎡~1,000㎡	1,000㎡~3,000㎡	3,000㎡~10,000㎡	10,000㎡ 이상
15,000co ₂ Ton/80TJ		25,000co ₂ Ton	
2,000TOE 이상	2,500TOE 이상	5,000TOE 이상	20만 TOE 이상

표 4.1.11 국내 업무시설 규모별 건물에너지 수요관리제도현황 (기존)

구분		정책 유형	1	2	3	4
규제	제도적 규제 (㎡)	건축물에너지절약설계기준 (대수선, 증축, 개축 시)	●	●	●	●
		에너지절약계획서 (증축 면적 500㎡이상)	●	●	●	●
		공공건축물 신축·리모델링 시 차양, 지능형 계량기, 고효율 설비 설치 의무 (대수선, 증축, 개축 시)			○	○
		신재생에너지 설치 의무화 제도 (증축, 개축 시)		○	○	○
		에너지수급 안정 및 효율향상을 위한 전력수요관리시설 설치 의무 (증축 또는 냉방설비 전면 개체 시)		○	○	○
		건축물 유지관리점검제도(집합건축물만 대상)			●	●
		공공기관 에너지 진단 의무 및 ESCO 추진			○	○
		기존건축물의 에너지성능개선 기준 (지역, 용도, 규모별로 상위 50%이내 공공건물)			○	○

구분		정책 유형	1	2	3	4
		공공기관 고효율에너지기자재 구입 의무	○	○	○	○
		서울시 녹색건축물 설계기준(증축 면적 500m ² 이상, 전면대수선)	●	●	●	●
	제도적 규제 (TOE)	에너지다소비사업자의 신고	●	●	●	●
		에너지진단 의무 (전체진단:5년, 부분진단:3년)				●
		에너지진단 의무 (5년)	●	●	●	
		냉난방온도제한건물의 지정	●	●	●	●
	제도적 규제 (co ₂ Ton/TJ)	온실가스·에너지 목표관리제(사업장기준)	●			
		온실가스 배출권거래제(사업장 기준)			●	
	정보공개	공공건축물 에너지소비량 공개 및 성능개선			○	○
		건축물 에너지성능정보공개제도(오피스텔 제외)			●	●
금융지원 및 인센티브	금융지원	민간건축물 그린리모델링 이자 지원 사업	●	●	●	●
		ESCO 사업	●	●	●	●
		BRP 건물에너지효율화사업_서울시	●	●	●	●
		서울시 정보통신기술(ICT)기반 공공건물 에너지효율화사업	○	○	○	○
	보조금 지원	공공건축물 그린리모델링 시범사업	○	○	○	○
		신재생에너지보급(건물지원)사업 지원	●	●	●	●
		전기차 완속충전기 설치 지원사업	●	●	●	●
	경제적 인센티브	탄소포인트제도	●	●	●	●
		서울시 에코마일리지 제도	●	●	●	●
정보제공 및 홍보	기술적 정보제공	건축물 에너지성능관리 시범사업	●	●	●	●
		한국에너지공단 에너지서포터사업 (에너지사용량 2000TOE 미만 건물 지원)	●	●	●	●
	인증제도 및 라벨링	녹색건축인증	●	●	●	●
		고효율에너지기자재 인증	●	●	●	●
		대기전력저감제품 인증	●	●	●	●
	교육 및 홍보	공공기관 에너지 담당자교육	○	○	○	○
		에너지관리자법정교육 (에너지사용량 2000TOE 이상 건물)	●	●	●	●
		서울시 시민차림 캠페인	●	●	●	●

○ 공공부문만 적용 ● 민간 공공 모두 적용

□ 적용 범위

1	2	3	4
500m ² ~1,000m ²	1,000m ² ~3,000m ²	3,000m ² ~10,000m ²	10,000m ² 이상
15,000co ₂ Ton/80TJ		25,000co ₂ Ton	
2,000TOE 이상	2,500TOE 이상	5,000TOE 이상	20만 TOE 이상

표4.1.12와 표 4.1.13은 기타 비주거건물의 신축과 기존건물에 대한 건물에너지 수요관리 제도 현황으로, 500m²이상인 신축건물은 건축물 에너지 절약설계기준과 에너지 절약계획서

제출 의무를 가진다. 그러나 업무시설과 달리 그 밖에 다른 규제들은 상대적으로 에너지 사용량이 많은 경우에 대해서만 에너지 다소비사업자 또는 목표관리제 등 에너지 사용량에 기초한 규제 적용대상이 된다. 또, 서울시의 경우는 별도의 녹색건축물 설계기준에 따라 규모에 따라 에너지 효율이나 신재생에너지 설치 등에 대한 강화된 기준이 적용된다.

기존 건물의 경우에는 에너지 사용량이 아주 많지 않거나 3,000m²미만인 경우에는 별도의 유지관리 점검 규정을 받지 않으며, 따라서 건물 에너지 효율화에 대한 주기적인 진단 대상에도 예외된다. 비주거 건물은 실질적으로 건물별로 에너지 효율을 최적화 할 수 있는 방법들이 많이 다르기 때문에, 건물의 유지관리 보수 주기에 맞춰 에너지 효율개선 조치가 이루어질 수 있는 제도를 마련할 필요가 있다. 또한 판매시설이나, 숙박시설처럼 에너지 효율 개선 여지가 큰 용도에 대해서는 별도의 맞춤형 정책의 도입이 필요하다.

표 4.1.12 국내 기타 비주거건물 규모별 건물에너지수요관리 제도현황 (신축)

구분		정책 유형	1	2	3	4	5
규제	제도적 규제 (m ²)	건축물에너지절약설계기준	●	●	●	●	●
		에너지절약계획서		●	●	●	●
		대기전력 차단장치 설치의무	●	●	●	●	●
		(서울시 녹색건축물 설계기준)	●	●	●	●	●
	제도적 규제 (TOE)	BEMS 설치 의무화					●
		에너지사용계획 제출의무		●	●	●	●
		냉난방온도제한		●	●	●	●
금융지원 및 인센티브	보조금 지원	건물신재생에너지보급지원	●	●	●	●	●
		전기차완속충전시설 보급사업	●	●	●	●	●
		에너지 신산업 융합시스템 보급사업	●	●	●	●	●
정보제공 및 홍보	기술적 정보제공	제로에너지건축물 컨설팅 지원	●	●	●	●	●
	인증제도 및 라벨링	에너지소비효율등급	●	●	●	●	●
		고효율기자재	●	●	●	●	●
		대기전력저감제품 인증	●	●	●	●	●
		녹색건축인증 및 관련인센티브	●	●	●	●	●
		건축물에너지 효율등급인증 및 관련 인센티브		●	●	●	●
		제로에너지 건축물인증 및 관련 인센티브		●	●	●	●

□ 적용 범위

1	2	3	4	5
~500m ²	500m ² ~1,000m ²	1,000m ² ~3,000m ²	3,000m ² ~10,000m ²	10,000m ² 이상
	2,000TOE 이상	2,500TOE 이상	5,000TOE 이상	1만 TOE 이상

표 4.1.13 국내 기타 비주거건물 규모별 건물에너지 수요관리 제도 현황 (기준)

구분		정책 유형	1	2	3	4	5
규제	제도적 규제 (m²)	건축물 정기 및 수시 점검의무				●	●
	제도적 규제 (TOE)	냉난방온도제한		●	●	●	●
		에너지사용계획 제출의무		●	●	●	●
		목표관리제		●	●	●	●
		에너지다소비건물 / 에너지진단 ESCO 의무		●	●	●	●
금융지원 및 인센티브	보조금 지원	전기차완속충전시설 보급사업	●	●	●	●	●
		에너지 신산업 융합시스템 보급사업	●	●	●	●	●
		건물신재생에너지 보급지원사업	●	●	●	●	●
	금융지원	그린리모델링 이차지원 사업	●	●	●	●	●
		서울시 BRP 지원사업	●	●	●	●	●
		ESCO 사업	●	●	●	●	●
정보제공 및 홍보	인증제도 및 라벨링	에너지소비효율등급	●	●	●	●	●
		고효율기자재	●	●	●	●	●
		대기전력저감제품 인증	●	●	●	●	●

□ 적용 범위

1	2	3	4	5
~500m²	500m²~1,000m²	1,000m²~3,000m²	3,000m²~10,000m²	10,000m² 이상
	15,000co ₂ Ton/80TJ		25,000co ₂ Ton	
	2,000TOE 이상	2,500TOE 이상	5,000TOE 이상	1만 TOE 이상

4.2 건물부문 에너지절감 및 온실가스감축정책 및 제도사례

2007년 발표된 IPCC 4차 보고서는 건물, 가정 상업 부문의 온실가스 감축잠재량이 가장 큰 것으로 분석하고, 건물부문의 감축잠재량을 활용할 것을 촉구하였으며, 최근 2018년 인천에서 열린 IPCC 총회의 1.5도씨 보고서에서도 건물부문이 기후 회복을 위해 중요한 역할을 담당해야 한다고 재차 강조하였다. 이에 따라 이번 절에서는 건물부문의 에너지 절감 및 온실가스 감축정책 및 제도와 관련된 해외 사례를 살펴보고자 한다.

EU는 2011년 2050 저탄소 경제 로드맵을 발표하고, 2050년까지 1990년 대비 온실가스 배출량을 80% 감축할 것을 제시하면서, 특히 건물부문은 약 90%까지 감축 하는 것으로 전망하고, 이 건물부문의 비용효율적인 감축수단을 최대한 활용해야 함을 강조한 바 있다. 이에 따라 EU는 건물에너지 성능지침 (이하 EPBD: Energy Performance of Buildings Directive), 에너지효율지침(이하 EED: Energy Efficiency Directive), 신재생에너지 지침(이하 RED: Renewable Energy Directive)의 세 지침을 중심으로 회원국들이 건물 부문 온실가스 감축 관련 규정을 강화하고 에너지 효율기술 및 신재생에너지 이용을 일반화하며, 고효율 제품의 사용을 촉진하는 다양한 정책들을 동시적이고 복합적으로 도입하여 시행할 것을 촉구하고 있다.

특히 2018년 개정된 EPBD가 국가별로 기존 건물에 대한 장기적인 리노베이션 전략을 세우고 2050년까지 건물부문의 탈탄소화가 가능하도록 대대적인 리노베이션을 시행할 것을 요구함에 따라 다양한 금융지원 정책은 물론 기존 건물에 대한 리모델링 의무화 정책들도 확대되고 있다. 이미 독일 등 많은 EU국가들이 신축건물뿐 아니라 기존 건물의 주요 리노베이션 시에도 에너지효율화 기준을 적용하고 있으며, 영국, 아일랜드 등은 리노베이션 진행 중이 아닌 임대용 건축물에도 매매 또는 임대 시 최저 에너지효율기준을 도입했거나 도입할 예정이다. 또한, 개정안은 건물부문에 전기차 이용 인프라 확충하고, 자동화를 포함하는 스마트 기술의 도입을 활성화하는 내용도 새로 도입하고 있다.

다음 표 4.2.1.은 현재 EU 각 회원국들의 국가보고서를 기반으로 각 국이 채택하고 있는 에너지 효율화 리노베이션을 추진을 위한 시장경제수단들을 정책 유형별로 분류하여 정리한 것이며, 중앙 정부뿐 아니라 지방정부와 연계된 주요 정책수단들도 포함하고 있다.

표 4.2.1 EU 회원국의 에너지 리노베이션 촉진을 위한 시장경제 수단 유형별 현황

EU 회원국	보조금	용자지원	세제지원	EEO / WC
		2013년 기준 시행 정책		2013년 이후 신규 도입
Austria (AT)				
Belgium (BE)				
Bulgaria (BG)				
Cyprus (CY)				
Czech Republic (CZ)				
Germany (DE)				
Denmark (DK)				
Estonia (EE)				
Spain (ES)				
Finland (FI)				
France (FR)				
Greece (EL)				
Hungary (HU)				
Croatia (HR)				
Ireland (IE)				
Italy (IT)				
Lithuania (LT)				
Luxembourg (LU)				
Latvia (LV)				
Malta (MT)				
Netherlands (NL)				
Poland (PL)				
Portugal (PT)				
Romania (RO)				
Sweden (SE)				
Slovenia (SI)				
Slovakia (SK)				
United Kingdom (UK)				

표 4.2.1.에 따르면 모든 EU회원국들은 기존 건물의 리모델링을 촉진하기 위해 정도의 차이는 있지만, 보조금 제도를 채택 하고 있다. 2013년 기준으로 보조금 지원이 없었던 스웨덴과 영국의 경우도 에너지 효율개선을 위한 리노베이션 에 대해서는 부분적인 보조금 지원 제도를 도입하고 있다. 보조금을 늦게 채택한 영국의 경우, 지자체 중심으로 주택 개량에 대한 소득에 따라 차등된

보조금 제공 하기 시작했고 현재 장애인 시설 및 의무개선 조치에 대한 통지를 받은 주택에 우선적으로 보조금이 지원되며, 제한적으로 일반 주택의 리노베이션에 대한 보조금 지원도 받을 수 있으며, 보일러 교체 보조금 역시 소득에 따라 차등 지원되고 있다.

또 2012년 채택된 EED 제7조는 2020년까지 총 연간 에너지 판매량의 1.5%를 최종 소비부문에서의 에너지 효율화 목표로 설정하고 에너지 공급자 효율향상 의무화제도 (이하EEO: Energy Efficiency Obligation Scheme)⁵⁾ 또는 다른 대안적인 정책 수단등을 통해 이를 달성하도록 규정하고 있다. 이에 따라2013년까지 에너지 공급자 효율향상 의무화제도 (EEO scheme: Energy Efficiency Obligation Scheme) 시행한 국가는 6개⁶⁾에 불과하였지만, EED 7조 도입 이후 2018년 현재 총 15개 국가가 이 제도를 채택하여 시행중이다.

Fawcett et al.(2018)은 에너지 공급자 효율향상 의무화제도 (EEO scheme: Energy Efficiency Obligation Scheme)가 EU의 주요 정책수단 중 하나로 회원국 국가보고서 분석결과 EED 7조의 절감 목표 중 34%는 EEO를 통해 달성할 것으로 보고 있으며, 이외에 금융지원이나 보조금이 19%, 세제지원이 14%, 규제 또는 자발적 협정을 통해 11%, 법적 기준 및 표준화에 따라 9%, 기타 교육 및 국가 에너지 효율화 펀드, 에너지라벨 등에 대한 기여분이 있을 것으로 분석하고 있다.

유럽의 일부EEO제도는 에너지 공급자 효율향상 의무와 관련하여 정부가 설정한 에너지 효율 향상 목표를 달성한 에너지 공급 기업에게 백색인증(White Certificate)을 발급하고, 미달성 기업에게 이를 고정 비용으로 구입하도록 하거나, 시장에서 거래할 수 있는 제도를 채택하고 있기도 하다. 그러나 EEO제도는 송배전, 혹은 에너지 판매자가 대상으로, 주로 산업과 발전, 항공부문을 타겟으로 하는 EU의 배출권 거래제도와 중복되지 않는다.

EEFIG (2014) 는 건물부문의 에너지효율화 투자를 촉진하기 위해서는 덜 중요한 정책은 없으며, 어느 한 정책이나 정책 수단, 또는 이해관계자 그룹만으로는 해결할 수 없는 문제임을 강조하고 있다. 건물부문의 서로 다른 부문에 대해 차별화된 접근과 수단이 동원되어야 하며, 맞춤형 접근 (tailored approach)이 필요하다고 제안하고 있다.

이번 절에서는 3장과 4.1절에서 지적된 건물 부문 에너지 절감 및 온실가스 감축 정책들의 한계를 극복하고 장애요인을 개선하기 위해 시사하는 바가 있는 해외 관련 제도 및 사례들을 아래와 같이 제도 유형별로 정리하고자 한다.

5) 에너지 공급자 효율향상 의무화제도는 미국과 우리나라에서는 EERS: Energy Efficiency Resource standard 로 명기됨.

6) 지역적으로 수행중인 벨기에를 포함하면 7개임. 벨기에는2003년 플랑드르 (Flanders) 지방정부 차원에서 제정하여 16개 전기 판매업체에게 에너지 절감 목표량을 달성토록 의무화함

1) 그린 리모델링 촉진을 위한 자금조달 지원 정책

(1) 독일 KfW-Effizienzhaus 지원프로그램

KfW-Effizienzhaus 지원프로그램은 독일의 기존 건축물 에너지 효율 개선에 대한 자금을 지원하는 대표적인 프로그램으로 보조금을 통한 직접 지원과 상환보조금이 있는 저리 융자 지원으로 구분된다. 이 지원금들은 기존 건물의 환경 개선을 목적으로 하는 총체적인 에너지 효율화 리노베이션뿐 아니라 부분적이고 개별적인 조치에 대해서도 지원되며, 노인친화형 무장애 리모델링이나 침입방지를 위한 리모델링 등에 대한 지원도 포함하고 있다.

KfW Effizienzhaus 뒤의 숫자는 현행법 상 신축 건물의 1차에너지 소요량 기준 대비 몇 % 수준인지를 의미하며, 이 효율 개선 비율을 기준으로 지원 규모가 차등 적용 된다.

기존 건물 에너지효율 개선 리노베이션에 대한 직접 보조금(KfW 430)은 가구당 30,000EUR 까지 주택 리노베이션을 계획하는 개인 소유주뿐 아니라 에너지 효율화 리모델링 된 주택을 사려는 개인 또는 주택조합에게도 지원되며, 다른 지원프로그램과 매칭하여 추가 보조금을 받는 것도 가능하다. 다음 표 4.2.2는 리노베이션된 건물의 에너지 성능에 따른 보조금 규모이다. 리노베이션의 경우 신축 건축물 에너지 효율 대비 115%에 해당하는 경우도 지원을 받을 수 있으며, 문화재의 경우에는 표준 주택 대비 1차에너지 소요량 160%, 전도를 통한 열손실 175% 수준을 만족하면 보조금을 받을 수 있다. 또한 난방 및 환기 패키지의 경우나 기타 다른 개별 조치도 지원 대상 비용의 각 15%와 10% 수준에서 가구당 최대 7,500EUR 와 5,000EUR 의 지원을 받을 수 있다.

표 4.2.2 독일 KfW 430에 따른 에너지효율화 리노베이션 보조금

건물 에너지 성능 구분	보조금 규모
KfW Effizienzhaus 55	지원대상 비용의 30%, 가구당 최대 30,000EUR
KfW Effizienzhaus 70	지원대상 비용의 25%, 가구당 최대 25,000EUR
KfW Effizienzhaus 85	지원대상 비용의 20%, 가구당 최대 20,000EUR
KfW Effizienzhaus 100	지원대상 비용의 17.5%, 가구당 최대 17,500EUR
KfW Effizienzhaus 115	지원대상 비용의 15%, 가구당 최대 15,000EUR
KfW Effizienzhaus 문화재	지원대상 비용의 15%, 가구당 최대 15,000EUR
난방 및 환기 패키지	지원대상 비용의 15%, 가구당 최대 7,500EUR
개별 조치	지원대상 비용의 30%, 가구당 최대 5,000EUR

출처: 추소연, 이우주, 김준오 (2018) 능동 에너지재생 지도만들기 및 지원정책 사례연구, 서울연구원
(자료: <http://www.kfw.de>)

사후 상환지원금이 있는 기존 건물 에너지 효율화 리노베이션에 대한 융자지원 (KfW 151)은 유효이자율 0.75%로 최대 100,000EUR, 부분 효율개선 공사의 경우에는 50,000EUR 한도로 대출이 가능하며, 목표 에너지 성능 달성 시 상환지원금 (리베이트)으로 27,500EUR 까지 상환금에서 환급도 받을 수 있다. 상환 방식은 원리금 균등 분할 상환과 만기 일시 상환 모두 가능하고, 10년간 고장이자로 일정 거치 기간을 둔 후 원리금 균등 분할 상환의 경우는 상환기간을 최대 30년까지, 만기 일시 상환은 최대 10년까지 둘 수 있다. 다음 표 4.2.3은 2018년 기준 기존건물 에너지 융자지원 프로그램의 대출조건이다.

표 4.2.3 독일 KfW 151에 따른 에너지효율화 리노베이션 융자 조건

원리금 균등 분할 상환			
연간 절대이자율 (유효이자율)	상환기간	거치기간	이자고정기간
0.75% (0.75%)	4-10년	1-2년	10년
0.75% (0.75%)	11-20년	1-3년	10년*
0.75% (0.75%)	21-30년	1-5년	10년*

* 첫번째 이자고정기간이 만료되기전에 이후 융자지원조건에 대한 안내를 받게 됨.

만기 일시 상환	
연간 절대이자율 (유효이자율)	상환기간
0.75% (0.75%)	4-10년

사후 상환지원금 (리베이트)	
건물에너지성능	상환지원금 규모
KfW-Effizienzhaus 55	융자금의 27,5 %, 가구당 최대 27.500 Euro
KfW-Effizienzhaus 70	융자금의 22,5 %, 가구당 최대 22.500 Euro
KfW-Effizienzhaus 85	융자금의 17,5 %, 가구당 최대 17.500 Euro
KfW-Effizienzhaus 100	융자금의 15,0 %, 가구당 최대 15.000 Euro
KfW-Effizienzhaus 115	융자금의 12,5 %, 가구당 최대 12.500 Euro
KfW-Effizienzhaus 문화재	융자금의 12,5 %, 가구당 최대 12.500 Euro
Heizungs-/Lüftungspaket	융자금의 12,5 %, 가구당 최대 6.250 Euro
Einzelmaßnahmen	융자금의 7,5 %, 가구당 최대 3.750 Euro

여기에 추가로 에너지효율화 전문가를 통한 계획 및 현장점검지원 보조금(KfW 431)을 해당 비용의 50%, 프로젝트 당 4,000EUR 까지 받을 수 있으며, 연료전지 설치 시에도 1기

(0.25~5kW)당 7,050~28,000EUR 까지 전체 비용의 40% 이내에서 추가 보조금 지원(KfW 433)을 받을 수 있다.

또 신재생에너지 사용을 위한 난방기기 교체에 대한 융자지원 (KfW 167)과 태양광, 소수력, 풍력, 바이오매스, 지열 등 신재생에너지시설 및 관련 저장설비 설치에 관한 융자 지원 (KfW 270, KfW 275) 도 마련되어 있다.

(2) 미국 PACE(Property Assessed Clean Energy) 제도

미국 PACE(Property Assessed Clean Energy) 제도는 공공자금을 통해 신재생에너지 및 에너지 효율 개선 자금을 조달하고, 지방 정부가 과세하는 재산세를 통해 장기간에 걸쳐 상환할 수 있도록 하는 자금조달 지원제도이다. 2008년 도입 이래, 지방정부가 신재생에너지 및 에너지 효율 투자 자금 조달을 위해 재산세를 징수할 수 있는 권리를 법제화하는 PACE 입법은 36개 주와 DC 에서 도입되었고, 20개 주와 DC 에서 실제로 이 프로그램이 운영중이다. 또 주택용 PACE 프로그램은 캘리포니아와 플로리다, 미저리 주에서 시행되고 있다.⁷⁾ 그러나 PACE 의 성장은 연방 2차 모기지 시장 규제기관인 연방 주택금융청 (FHFA: Federal Housing Finance Agency)의 채무불이행 우려를 이유로 한 반대에 부딪혀 담보 중이며, PACE 를 지지하는 지방 정부와 환경보호단체들은 연방 모기지 및 은행 규제 에 대해 소송을 제기하고 프로그램을 부활시키기 위한 연방법안 통과를 모색중이다⁸⁾.

논쟁의 핵심은 PACE 의 선취 특권 (PACE lien)과 관련된 부분인데, 이 권리가 부동산에 고정되어 있기 때문에, 매매 이전에 대출금이 완불되지 않으면, 나머지 지불 의무가 구매자에게 전달되고, 구매자의 신용상태에 따라 채무 불이행이 발생할 수 있다는 것이다. 또한 PACE 채권이 다른 유치권자들보다 우선순위를 가지고 있기 때문에 다른 유치권자들이 추후에 도입되는 PACE 채권에 대한 통지를 받지 못했거나 이를 거부할 권리를 가지지 못하는 것도 문제로 지적된다.⁹⁾

PACE 프로그램은 채권이 부동산에 고정되기 때문에 채무자 현재 모기지 및 재산세 납부 내역과 최근 파산여부 등에 관한 정보 만으로 자금이 지급되었으나, 현재 캘리포니아 주에서 고려중인 Bill 242는 PACE 제공자에게 수입검토를 요구하는 방안도 검토 중이다.

7) <https://pacenation.us/pace-programs/>

8) <https://www.greentechmedia.com/articles/read/trump-administration-reverses-course-on-pace-financing#gs.e2OvXoM> (2018년 10월 15일 접근)
<https://www.greentechmedia.com/articles/read/after-fixing-a-conflict-with-mortgage-lenders-california-expands-pace#gs.YNAjPNw> (2018년 10월 15일 접근)
<https://asreport.americanbanker.com/news/new-tactic-in-lawsuit-against-pace-providers-breach-of-contract> (2018년 10월 15일 접근)
<https://asreport.americanbanker.com/news/pace-loans-are-not-consumer-credit-says-federal-judge>

9) <http://blogs.law.columbia.edu/greenbuildinglaw/2012/08/31/pace-update-court-issues-decision-concerning-litigation-over-fhfas-stance-and-agency-issues-notice-of-proposed-rulemaking/>

(3) 민간부분의 클라우드 펀딩

EU의 경우 주로 신재생에너지 도입부분에 도입되었으나 부분적으로 에너지 효율개선 사업의 경우에도 민간 차원의 클라우드 펀딩을 통한 자금 마련이 이루어지고 있다. 클라우드 펀딩의 접근 방식은 불특정 다수나 정해진 그룹을 중심으로 소규모 공동 투자를 통해 자본을 조달하는 대안적인 사업 방식으로 사업계획에 대한 보증 없이 은행이나 기타 기관들은 관여되지 않고 독립적으로 이루어지는 방식이다.

Citizenergy (<https://www.citizenergy.eu/>)는 이러한 클라우드 펀딩의 사례로 플랫폼을 통해 유럽 전역의 다양한 지속가능 에너지 프로젝트 중 관심있는 프로젝트를 선택하고 클릭하면, 투자에 대한 심층정보를 얻을 수 있는 호스팅 플랫폼으로 이동하게 된다. 여기서 프로젝트의 정보를 확인하고 해당 프로젝트를 지원할 수 있으며, 소셜미디어를 통해 사업에 대한 정보나 의견을 공유하고 다른 Citizenergy 커뮤니티 회원들에게 플랫폼에 대한 개인의 경험을 평가할 수도 있도록 구성되어 있다.

참여 유형은 대출, 채권, 지분, 조합원 가입, 보상금, 전력 생산량등으로 구분된다. 대출은 일정기간 동안 자금을 빌려주고 이자를 받는 형식으로 투자 회수기간 및 이자율은 프로젝트마다 상이하다. 채권은 대출과 유사하지만, 투자가 끝나고 시간이 지난 후에 한번에 투자 수익에 대한 이자를 지불하게 된다. 지분 투자는 프로젝트 자체의 지분이나 주식을 제공함으로써 프로젝트의 부분 소유주로 참여할 수 있게 된다. 협동조합의 조합원으로 가입하는 경우에는 주식 또는 기타 투자 유형을 통해 공동 투자의 기회를 제공받는 방식이다. 기부의 경우도 있는 데 이 경우에는 자금 및 물질적 수익에 대한 기대 없이 돈을 프로젝트에 지원하는 것이며, 클라우드 펀딩 지원에 대해 물질적 보상이나 상품, 선물 등을 대가로 투자하는 보상금 기반의 지원이나 투자금에 대한 이익이 전기 공급 형태 또는 전기 요금 할인 형태로 제공되는 유형도 있다.

Citizenergy에 개시된 에너지효율개선 프로젝트 사례로는 크로아티아의 유치원 “Our Joy”가 있다. 1997년 설립된 연면적 2,500m²규모의 유치원으로, CROENERGY에 의해 에너지효율 개선 프로젝트가 건물 리모델링과 함께 이루어졌으며, 2017년 3월 공사를 완료하였다. 대출 형태로 지원되었으며, 총 투자비용 60,000유로 중 클라우드 투자 목표 10,500EUR를 달성하였고, 2016년 1월-4월까지 약 3개월 동안 모집되었다.

LeihDeinerUmweltGeld(<https://www.leihdeinerumweltgeld.de/>)도 친환경 프로젝트를 위한 독일 최초의 클라우드 펀딩 플랫폼으로 관련 프로젝트의 정보를 오픈함으로써, 프로젝트 수행 기관들은 민간 융자의 기회를, 시민들은 지속 가능한 동시에 수익성 있는 상품에 투자할 수 있는 기회를 제공한다. 정보의 투명성과 프로젝트의 지속가능성, 손쉬운 처리과정은 기존의 다른 대중 융자 클라우드 펀딩 플랫폼과 차별화된 장점일 수 있다. 지금까지 연평균 수익률은 5.94%로 투자에 대한 높은 수익률과 동시에 환경에 대한 인식을 높이고자 하는 목표를 달성하였다. 2018년 11월 현재 총 32개 프로젝트에 약 9,111,500EUR가 투자되었다. 모든 프로젝트는 런타임 (웹 사이트에서 프로젝트 자금을

요청하는 하는 기간), 이자 수준 및 할부 상환 지불이 다르다. 지금까지 현금 손실은 없었으며, www.crowdinvest.de 의 클라우드 펀딩 분석에 따르면 현재 30개(93.8%) 프로젝트가 진행중이고, 1개 프로젝트 514,500EUR(전체의 5.6%)가 상환하였으며, 1개 프로젝트는 정보 미상이다.

회원들은 무료 등록 후 프로젝트 정보를 열람할 수 있으며, 이 중 자신에게 맞는 프로젝트에 최소 100EUR 이상 투자 참여가 가능하다.

LeihDeinerUmweltGeld 는 투자자들의 자금조달 포트폴리오 중 은행으로부터의 대출과, 자기자본 사이의 메자닌 캐피탈(Mezzanine capital)로서 위험도가 낮은 은행대출보다는 다소 높은 4-8% 대의 이자율을 제공하고, 이로써 투자자들을 유인할 수 있다.

이 클라우드 펀딩은 최근 신재생에너지 투자 뿐 아니라 주택, 업무시설, 문화재 등재된 건물의 리모델링 및 신축공사 등 건물 부문 에너지 효율개선을 위한 프로젝트에 대한 지원도 증가하여, 지원 건수 5건, 펀딩 규모로는 약 18% 정도 차지하고 있다.

2) 그린 리모델링 촉진을 위한 효율 개선 의무화 규정

(1) 독일 기존 건축물 에너지 효율화 규정

독일은 현재 기존 건축물이 증축, 개축, 수선, 리모델링 등 특정 건축물 부문 면적의 10%이상을 변경할 때, 에너지절약규정(EnEV, Energieeinspar Verordnung)에 따라 일정 에너지 효율 이상으로 에너지 성능을 개선하도록 규정하고 있다. 이는 건물의 경우 한번 수선, 교체 공사 등을 진행하게 되면 다음 보수 주기가 도래할 때까지 성능을 개선하기 어렵기 때문에, 크고 작은 리모델링 기회를 최대한 활용하고자 함이다.

기존 건물에 대한 에너지 절약 규정은 최소 열관류율 등에 대해 신축에 비해 다소 완화해서 적용하고 있으며, 총량 면에서도 건물의 1차에너지 소요량도 신축건물 기준의 140% 수준에서 제한하도록 하고 있다. 또한 냉난방 설비 개선 및 제어, 유량조절 기술 등의 적용과 노후 보일러 교체의 의무화는 개보수 되는 건축물 면적과 무관하게 모든 증축, 개축, 수선, 리모델링 프로젝트에 적용된다.

또한 바덴뷔템부르크주의 재생에너지열법 (EWärmeG, Erneuerbare Energien Wärmegesetz)은 기존 건축물의 난방시스템 교체시 신재생 열에너지를 15%이상 사용하거나 해당 에너지 양만큼 전체 에너지 효율을 더 높이도록 규정하고 있다. 이는 신재생전력 대비 신재생 열에너지의 이용 비중이 매우 낮은 현실에서 기술 발전을 독려하고 시장을 확대하기 위해 2008년 바덴뷔템부르크 주에 의해 도입된 조례이다. 이후 이 법은 연방법인 재생에너지열법(EEWärmeG, Erneuerbare Energien Wärmegesetz)으로 제정되었지만, 기존 건물에 대한 의무조항은 입법 과정에서 제외되었기 때문에, 현재는 바덴뷔템부르크주의 재생에너지열법 (EWärmeG, Erneuerbare Energien Wärmegesetz)에 기존 건축물에 대한 신재생 열에너지 규정만 남아 계속 유지되어오고 있다. 독일은 에너지절약규정(EnEV,

Energieeinspar Verordnung)과 재생에너지열법(EEWärmeG, Erneuerbare Energien Wärmegeesetz), 에너지 절약법(EnEG: EnergieEinsparungsGesetz)을 통합하여 건물에너지법(GEG: Gebäudeenergiegesetz)를 제정하고자 논의 중이나 아직 합의에 이르지 못하였다. 이 법의 쟁점 사항에는 기존 건물의 재생에너지 이용 의무화 여부도 포함되어 있다.

다음 표 4.2.4는 독일의 기존 건물 에너지 효율화 관련 규제를 요약하여 정리한 것이다.

표 4.2.4 독일 기존 건물 에너지 효율화 관련 성능 규제

		내용
EnEV	무조건부	냉난방 설비 개선 및 제어, 조절 기술 적용 노후 보일러 교체
	조건부	건축물 해당 면적 10% 이상 증개축, 수선, 리모델링 시 건물 외피 개선과 관련된 거의 모든 최소규정 적용 지붕, 창문 등 개별요소에 대한 열관류율 기준 적용 신축건물 1차에너지 소요량 기준의 140% 이하 달성
바덴뷔템부르크 재생에너지열조례 (EwärmeG)		주거용 및 비주거용 건축물 대상 난방기기 교체시 (보일러만 교체하는 경우는 제외) 15% 이상 신재생에너지 열원 이용 의무화

(2) 스위스 Muken 에너지 효율화 규정

스위스는 칸톤(Kanton, 주)별 건물 에너지규정에 대한 공통의 가이드라인을 제시하고자 주정부 에너지 정책관 회의(아래 EnDK, Konferenz derkantonalen Energiedirektoren)를 통해 1992년부터 에너지 부분에 대한 칸톤별 표준규정(아래 MuKEN, Mustercorschriften der Kantonen im Energiebereich)을 채택하고 있다.

2014년 EnDK는 기존건물에 대한 리모델링 시 에너지 성능개선을 내용으로 하는 MuKEN 2014를 제정하고, 2020년까지 스위스의 모든 주별 에너지 규정에 반영하기로 합의했다. MuKEN 2014는 기존 건물에 대한 리모델링 시, 외피 성능 기준을 강화하고, 난방 설비 교체 시에 비재생에너지의 최대 사용 비율을 90%로 제한하고 있다. 비재생에너지 비율 90%를 산정하는 기준은 표 4.2.5와 같이 다양화 하였는데, 최대한 경제적인 방법을 통해서 에너지 성능목표를 실현할 수 있도록 제도를 유연하게 운영하기 위함이다. 90%의 비재생에너지 최대 사용 비율 제한은 사실상 가스나 석유 보일러의 1:1교체를 불가능하게 하고, 이 기회를 활용하여 필요한 열에너지 요구량의 10%에 해당하는 신재생에너지 도입이나, 건물 외피 리모델링을 촉진하기 위함이다.

표 4.2.5 MuKEn 2014 비재생에너지 사용 90% 제한에 대한 표준 대안

열생산	
1	태양열 급탕설비 설치 (최소 에너지 기준면적의 2% 이상)
2	주 연료로 목재를 사용하고 부분적으로 급탕에 대한 재생열에너지원 도입
3	수직형 지열, 공기열, 수열 히트펌프로 연간 난방 및 급탕 수요 100% 충당
4	가스 히트펌프로 연간 난방 및 급탕 수요 100% 충당
5	지역난방에 연결
6	열병합발전 (최소 효율 25% 이상, 난방 및 급탕 요구량의 60% 이상)
7	급탕 히트펌프와 태양광 연결 (에너지기준면적당 최소 5kWp 이상)
10	재생에너지를 열생산 기저 공급원으로 두고 화석연료를 통해 피크부하 충당 (우드칩, 펠릿, 지열, 수열, 공기열 등이 열에너지 부하의 최소 25%이상)
건물 외피	
8	창호교체 (열관류율 2.0W/m ² K 이상인 기존 창호 0.7W/m ² K 이하 창호로 교체)
9	지붕과 외벽단열시공 (열관류율0.6W/m ² K 이상인 파사드, 지붕, 다락층 바닥을 열관류율 0.2W/m ² K 이하로 단열+최소공사면적 에너지기준면적 당 0.52m ² 이상)
환기	
11	열효율 70%이상의 폐열회수환기장치 설치

출처: 추소연, 이우주, 김준오 (2018) 능동 에너지재생 지도만들기 및 지원정책 사례연구, 서울연구원
(자료: Stadt Zurich (2016) MuKEn 2014: energetische Vorschriften für Sanierungen, Energie-Coaching
Faketenblatt, Stadt Zurich)

3) 건물 에너지 성능 정보 공개 정책

(1) EU 에너지 성능증명서 (EPC: Energy Performance Certificate) 정책

EU EPBD 11조는 에너지 효율화 건물에 대한 인지도를 향상 시키고 수요를 촉진 시키고자 하는 목적으로 회원국들이 모든 건물을 대상으로 에너지 성능증명서 (이하 EPC: Energy Performance Certificate) 시스템을 갖추도록 규정하고 있다. 건물의 EPC는 건물의 에너지 요구량 및 성능과 관련된 주요 정보들을 담고 있어야 하며, 성능개선 방향에 대한 정보들도 포함해야 한다. 이는 단순히 건물 외피의 개선 잠재량뿐 아니라 보일러, 냉방, 급탕등 설비 시스템을 최적화 및 개체를 포괄하는 전반적인 성능개선에 대한 방향을 제시할 것을 의미하고 있다. 또한, 소유주의 투자 결정에 도움을 줄 수 있는 에너지 절감 효과나 예상 비용편익

등에 대한 내용도 제공할 수 있다. 실제 EU 회원국들은 나라별로 각색된 EPC 시스템을 갖추고 있으며, 이에 따라 제공 내용이나 형식에는 약간의 편차가 있다. EPBD는 EPC의 최대 유효기간을 10년으로 규정하고 있다.

(2) 영국의 에너지 성능증명서 (EPC: Energy Performance Certificate) 정책

영국은 에너지성능인증서(EPC: Energy Performance Certificate)를 통해 부동산의 에너지 성능을 객관적으로 평가하고 효율에 따라 A (최고효율)에서 G (최저효율) 등급까지 분류하고 있으며, 용도별로 주거용 건물은 2007년, 비주거용 건물은 2008년부터 발행이 의무화 되었으며, 현재 모든 부동산 매매 및 임대 거래에 이 인증서를 제출하도록 규정하고 미첨부 시 주거용 건물은 200파운드, 비주거용 건물은 최소 500파운드에 최대 5,000파운드의 벌금이 부과하고 있다.

영국 주택 커뮤니티 지방정부부(Ministry of Housing, Communities and Local Government)에 따르면, 2006년 이 제도의 시행이후 2016년까지 10년동안 가장 낮은 등급인 F~G 등급의 건물 비중이 17%에서 5%까지 떨어졌으며, 고효율 구간인 A~C 구간은 5%에서 30%까지 증가한 것으로 나타난다.

EPC의 에너지 사용 및 이산화탄소 배출 등급은 다시 해당 건물이 현재 달성하고 있는 효율성의 수준과 에너지 효율에 좋은 조치를 취할 경우 건물이 달성 할 수 있는 효율의 수준으로 구분된다. 그러나 이에 대해 가장 자주 제기되는 문제는 인증서를 작성하기 위한 평가 기준의 신뢰성 및 분석의 타당성인데, 많은 기존 건물의 경우 단열 등에 대한 검증가능한 정보가 없고, 건물의 일부를 철거하지 않고서는 단열재의 실제 상태나 존재 여부를 확인하기 어렵다는 한계가 있기 때문이다.

영국의 EPC는 단순히 현재의 에너지 성능만을 표시하는 것이 아니라 비용 효율적인 에너지 효율화 조치와 이를 통한 절감잠재량 및 절감 비용 등을 제시한다는 점에서 시사하는 바가 있다. 그림 4.2.1은 영국 EPC의 예시로 하단을 살펴보면, 증서에서 제시하는 1. 다락 단열 (Increase loft insulation to 270mm), 2. 외벽 단열 (Cavity wall insulation) 3. 외풍 차단 (Draught proofing) 조치에 예상되는 비용 (Indicative cost)과 향후 3년간 전형적으로 절감할 수 있을 것으로 예상되는 비용 (Typical savings over 3 year), 그린딜 등 지원사업 연계 가능여부 등에 대한 정보를 제공한다. 또한 이 세가지 조치를 통해 현재 (Current) E 등급인 건물이 향후 잠재적으로 (Potential) C 등급까지 개선될 수 있음을 알려준다. 또한 이 집의 예상 비용 (Estimated energy costs of this home) 부문에서는 이 집의 3년간 조명 (Lighting), 난방 (Heating), 급탕 (Hot water)에 소요되는 현재 비용 (Current cost)과 개선 조치 이후 지불하게 될 비용 (Potential Costs)을 비교해 줌으로써 예상되는 절감비용을 토대로 어느 정도 수준에서 투자비용을 충당할 수 있는 지를 판단해 볼 수 있도록 기초자료를 제시한다.

EPC는 보통 4장으로 구성되어 있으며 2페이지에서는 벽체, 지붕, 바닥, 창호, 난방, 난방제어,

보조난방, 급탕, 조명 등 이 집의 에너지 성능과 관련된 부문별 효율 수준을 정리하고, 자원사업에 대한 정보를 제공한다. 3페이지에서는 여러 가능한 에너지 효율화 조치들에 대한 예상 투자비용과 예상 에너지 절감 비용 및 효과에 대해 자세히 비교 분석하고, 4페이지에는 보고서 작성자에 대한 정보와 해당 건물이 환경에 미치는 영향, 해당 건물의 난방 및 급탕 에너지 요구량 등에 대해 설명한다.

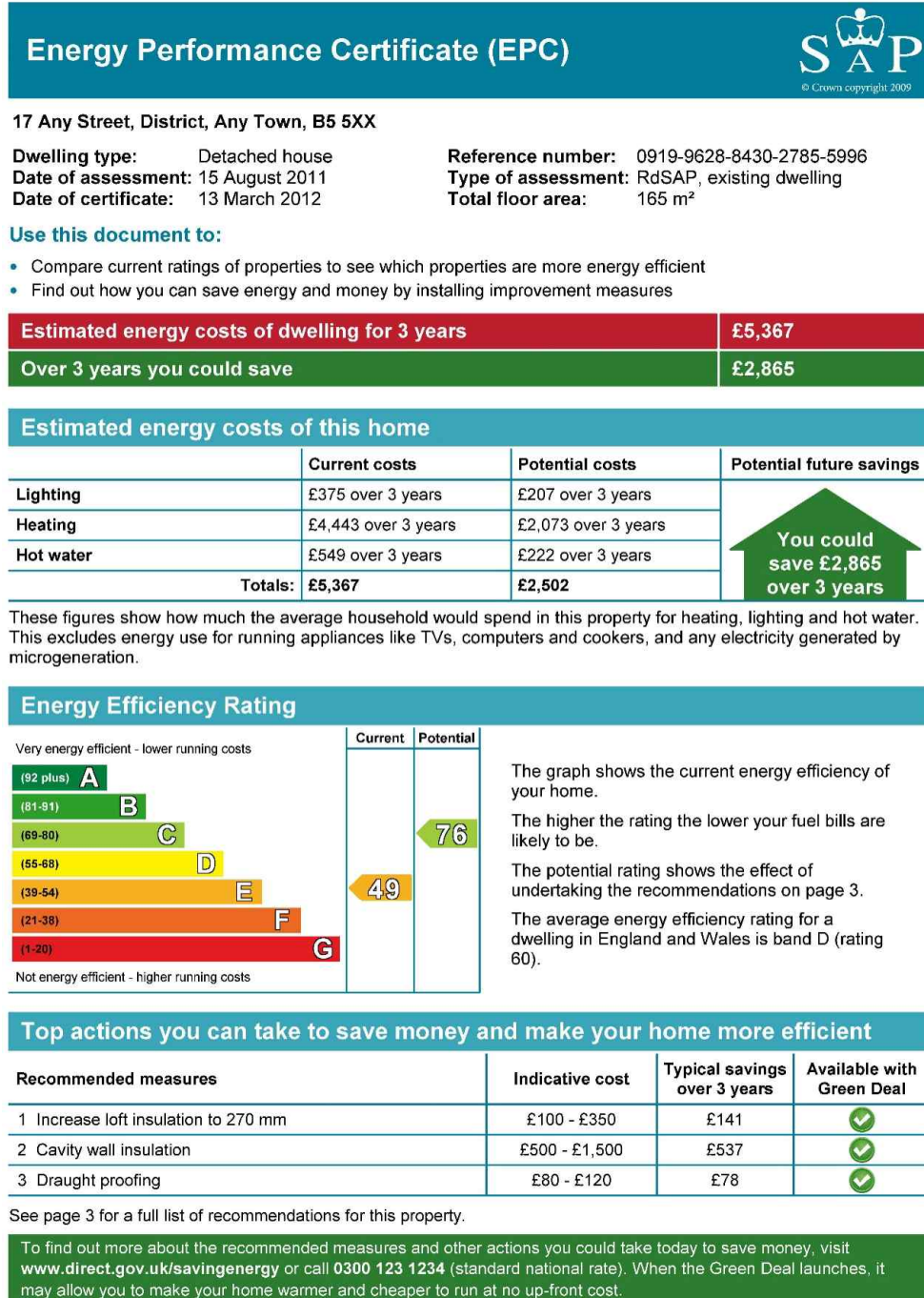


그림 4.2.1 영국 에너지 성능인증서 예시¹⁰⁾

2018년 4월 이후 영국정부는 EPC 와 연계하여 모든 상업용 주거용 건물에 대한 최저 에너지성
능기준을 E 등급으로 규정하고 F 와 G 등급에 대한 새로운 임대 및 매매 계약을 제한했다.
영국의 최저에너지효율기준에 대해서는 아래 4)절의 내용을 참조할 수 있다.

(3) 독일 개별 건물 리모델링 로드맵 (ISFP: Individuelle Sanierungsfahrplan) 정책

독일은 EPC 가 개별건물의 에너지 성능개선 방향에 대한 포괄적인 정보를 제공하기에는
한계가 있을 인식하고, 2050년까지 모든 건물의 기후 중립화 리모델링을 완료하고자 하는
CO₂건물 리모델링 프로그램 하에서 2017년부터 개별 리모델링에 특화된 컨설팅 및 정보제공
을 위해 2017년 개별 건물 리모델링 로드맵 (이하 ISFP: Individuelle Sanierungsfahrplan)
를 도입하였다.

독일 에너지공단(DENA)는 ISFP 의 도입 배경을 다음과 같이 소개하였다.

- 개별 건물에 대한 성능평가를 기반으로 에너지절감 잠재량 평가를 비전문가가 진행하기
어려움.
- 에너지효율화 리모델링의 장점을 인지해도 전반적인 리모델링에 대한 상담, 계획, 시공에
있어 접근하기 복잡하다고 인식하는 건물 소유주층이 존재함.
- 리모델링 조치들은 반드시 건물 자체의 상태와 수명, 자금규모, 건축주 수요 등을 총체적으로
고려하여 결정되어야 함.
- 건설기술적으로 또는 건축미학적으로 잘못 시행된 에너지효율화 리모델링은 건물생애비용
면에서도 부정적인 영향을 끼칠 뿐 아니라 에너지효율화 리모델링에 대한 부정적인 인식을
확산시킴.
- 도시적 맥락이나 장기적인 건물생애주기를 고려하는 통합적인 고려가 어려움.
- 거의 모든 건물의 상황이 서로 상이하며, 한번에 모든 요소에 대한 조치를 취할 수 있는
경우도 많지 않음.

ISFP 의 주요 내용은 다음과 같다.

- 주택 대상 BAFA 및 지역 KfW 건물 에너지효율화 프로그램을 연계하여 개별 건물에 대해
맞춤형 컨설팅 제공 및 이에 따른 전문가 활용비용 지원
- 건물소유주의 예산 및 개별 건물 상황에 기반하여 단계별 에너지효율화 리모델링 계획을
진행할 수 있도록 포괄적인 건물에너지효율화 계획 수립
- 건물외피개선 및 설비시스템효율화, 재생에너지 이용을 포괄하는 통합 컨설팅
- 지원제도의 영향을 포함, 건물에너지효율화 리모델링에 대한 경제적 편익 평가
- 리모델링 외 사용자 행동변화를 통한 건물에너지 최적화 및 절감 방안 제시
- 실제 시공시 유의사항 뿐 아니라 QA 방법 및 관련 지원 제도 정보까지 제공

10) <https://www.gov.uk/government/publications>

다음 그림 4.2.2.는 독일 에너지공단 (DENA)이 제공하는 ISFP 의 예시이다.



그림 4.2.2 독일 ISFP 컨설팅 보고서 예시¹¹⁾

4) 임대건물 에너지 성능관리

(1) 건물에너지 소비 증명서 최저 성능제도 (MEES- 영국)

영국정부는 2015년 잉글랜드와 웨일즈 지방을 중심으로 임대 건물에 대한 새로운 기준을 제시하는 에너지효율화 규정 2015(The Energy Efficiency Regulations 2015)에너지성능 인증서(EPCs))를 도입하였다. 이 법안은 2016년 4월 1일 이후 모든 주거용 사설 임대 부동산의 임차인은 건물주에게 에너지효율개선을 위한 합의를 요구할 수 있고, 건물주는 특별한 사유 없이 이를 거절해서는 안된다고 규정하고 있다. 또한 2016년 10월 1일 이후로는 주거 및 비주거 임대용 부동산의 에너지성능인증서(EPC)에 따른 최소등급을 E 등급으로 규정하고, 이 기준 이하의 임대 부동산은 2018년 4월 1일 이후 새로운 임차인을 받을 수 없도록 하였으며, 주거용 임대 부동산은 2020년 4월 1일 이후부터 비주거용 임대 부동산은 2023년 4월 1일 이후부터 기존의 임차계약도 유지할 수 없도록 하고 있다. 집주인이 규정을위반 한 것으로 밝혀지면 집주인은 법규 위반 사실에 대한 공개 통지와 함께 최대 16만 파운드의 상당한 벌금을 받을 수 있다. 이 규정에서 문화유산으로 등재된 건물은 예외를 인정한다.

영국 지역사회지방정부부 (Department for Community and Local Government) 는 2016년 영국 주택의 에너지효율 설문 보고서를 통해 2016년 전체 주택 대비 F 와 G 등급에

11) <https://www.dena.de>

속하는 민간 주택의 약 5.6%를 차지하고 있으며, 이 중 779,000채가 자가소유, 320,000채를 민간 임대주택으로 집계하고 있다. 또, F&G 그룹의 주택 중 1919년 이전에 건축된 주택은 약 716,000채, 약 62.7%에 해당하며, 18.1%는 1919-1944년 사이에 건축된 것으로, 단열규정이 도입된 1980년대 이전에 지어진 주택은 총 96.5%로 분석하고 있다. 이 보고서는 F&G 그룹의 주택들은 건축물들은 외벽이나 다락 단열, 창호 교체, 보일러 교체 등 개별 적인 한가지 조치만으로도 성능 등급이 30%이상 향상되는 것으로 보고 하고 있다¹²⁾.

(2) 독일 임대차법

독일은 분리된 인센티브를 해결하고, 임대인의 에너지 효율개선 투자를 촉진하기 위해 에너지 효율화 리노베이션에 대해서는 비용회수를 보장하는 내용을 임대차법 (Mietrecht)에 도입하여 2013년부터 시행하고 있다.

이 법에 따르면 에너지 관련 리모델링 비용의 11%까지 연간 임대료에 반영할 수 있으며, 에너지 관련 리모델링 비용에 대해서는 최대 임대료 상승 제한 적용에 예외를 두도록 하고 있다. 그러나 임차인의 주거권도 보장하는 차원에서 에너지 효율화 리모델링 시에는 예상 임대료 상승 및 에너지 비용 절감, 공사 기간, 범위, 규모 등에 대한 내용을 최소 세 달 전에 미리 알리고 임차인의 동의를 구하도록 하고 있으며, 임차인은 두 달 내에 이를 거절할 수 있는 권리를 가진다. 또한 임차인이 리모델링 중 겪는 불편에 대해서는 임대료에서 차감하는 등 비용에 반영할 수 있도록 하고, 빈곤층 (임대료가 전체 소득의 40%이상인 가구)에 대해서는 별도의 임대료 지원 정책을 마련하고 있다.

그러나 독일 내에서도 임차인에 과도한 부담이 가중되는 문제를 완화하면서도 임차인의 에너지 효율화에 대한 과도한 거부권은 제한하는 방향으로 임대차법 개정이 논의 중이며, 2016년 이후 계속 표류 중이다. 쟁점은 주로 에너지 관련 리모델링 비용의 임대료 반영 상한선이나 리모델링 거부권 행사 가능 기준, 임대료 감면 범위, 할증료 계산 절차 등이다.

5) 도시재생지역 에너지 효율화 지원정책

(1) 독일 커뮤니티 에너지효율화 지원프로그램

독일은 최근 개별 노후 건축물뿐 아니라 커뮤니티 차원의 에너지효율 개선을 지원하기 위한 기술 및 자금 지원 프로그램도 도입했다. 자금 지원 프로그램은 크게 도시의 에너지효율화 리모델링에 대한 지원과 도시 에너지 및 물 공급망 개선에 대한 지원으로 구분된다.

먼저 도시의 에너지 효율화 리모델링에 대한 지원금 역시 보조금 (KfW 432)과 융자지원 (KfW 217/218, 219/220)의 두 유형이 있으며, 보조금은 지원 주체가 지역 행정단위 주체 또는 지방 공공기업인 경우로 제한된다. 이 보조금은 사기업 또는 공공서비스기업, 주택사업자

¹²⁾ DCLG (2018) English Housing Survey ENERGY EFFICIENCY OF ENGLISH HOUSING 2016, Department for Communities and Local Government

및 주택조합 등 사회적 이해관계자에게 재지급될 수 있으며, 지역의 열공급망, 고효율 급배수시스템, 냉열 생산 및 공급시설과 관련한 통합적인 지구단위계획 수립과 계획 및 실행단계에서의 리모델링 관리자 및 관련 소요 비용을 지원한다.

2단계로 나누어 지원이 이루어지는 데, 먼저 1년 동안은 통합적인 지역계획수립을 위한 인적·물적 비용을 지원한도 없이 지원대상비용의 65%규모에서 지원하고, 2단계에서는 리모델링 관리자 비용을 보통 3년, 최대 5년 범위에서 지원대상 비용의 65%를 지원하되, 3년동안 최대 150,000EUR, 또는 5년동안 최대 250,000EUR 한도에서 지원한다. 이 제도 역시 다른 프로그램과 연계하여 지원을 받을 수 있다.

융자지원은 지원주체에 따라 지원조건이나 내용에 차이가 있는 데, KfW 217/218은 지역·행정단위 주체 또는 지방공기업 및 경제활동을 하지 않고 위험이 없는 지역 기관, 교회 등을 대상으로 지역 비주거 건물의 신축, 구매, 리모델링 비용을 지원하며, 최대 한도가 없는 융자로 상환기간 최대 30년, 투자비용의 100% 융자 조건이다. 고정이자 적용기간은 10년이며, 최대 5년의 거치기간이 있고, 달성한 에너지 성능에 따른 사후 상환지원금(리베이트)이 지원된다. 반면, KfW 219/220은 공적지분이 다수를 차지하는 기업, 사회적기업, 공공-민간 파트너십에 따른 기업 또는 자연인을 대상으로, 역시 지역 공동체를 위한 비주거건물의 신축 및 리모델링과 개별 에너지 효율개선 공사를 지원한다. 융자조건은 프로젝트당 최대 25,000,000EUR 한도, 상환기간 최대 30년, 고정이자 적용 기간은 10년이며, 1~5년 거치기간을 두고, 역시달성한 에너지 성능에 따른 사후 상환지원금(리베이트)이 지원된다.

도시 에너지 및 물 공급망 개선 프로젝트를 지원하는 KfW 201은 지방행정기관, 지방공사, 경제활동을 하지 않고 위험이 없는 지역 기관에 지역의 온열 및 냉열공급시스템이나 주거단지 및 지역의 에너지효율 급배수시스템을 설치 또는 교체하는 사업에 대한 융자지원 프로그램이다. 최대 한도 없이 투자비용의 100%를 지원하며, 상환기간 최대 30년, 거치기간 1~5년까지 가능하며, 상환기간과 거치기간에 따라 이자율이 달라진다. 10년간 고정이자이며, 2015년 12월 1일 이후 5% 사후 상환 지원금이 최대 250만 유로 한도에서 지원되고 있다.

이외에 에너지 효율 개선에 관한 신기술 도입과 컨설팅 관련 지원을 하고 있는 독일 경제수출통제청(BAFA: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle)에서도 커뮤니티 관련 지원을 하고 있는 데, 인증 열병합 시설 생산 전력 보상제도, 냉난방 저장시설 지원금, 지역냉난방 네트워크 지원금, 시각화 지원금, 4세대 열공급 네트워크 지원제도, 커뮤니티의 비주거건물 에너지 컨설팅 지원, 커뮤니티 에너지 효율화 및 자원 효율 이용을 위한 네트워크 에너지 컨설팅 지원 등이다. 다음은 각 제도에 대한 간략한 요약이다.

- BAFA 인증 열병합시설 생산전력 보상제도
 - 열병합법에 따라 열병합 시설 용량 및 사용방법 등에 차등을 두어 kWh 당 정해진 단가로 최대 생산량 내의 전력생산량에 대한 가격을 책정, 보상하는 제도
- BAFA 냉난방저장시설 지원금
 - 냉온열의 유동적인 사용을 위한 냉온수저장탱크에 대한 열병합법에 따른 열병합 추가 지원금으로, 저장용량 50m³까지의 신규설치는 단위저장용량 m³당 250 EUR 지원됨

- (승인수수료 50m³ 이하 100 EUR, 5m³ 이하 25 EUR 지불해야함)
- 저장용량 50m³ 이상의 신규설치는 단위저장용량 m³당 250EUR 지원이나 최대 총 지원대상 투자소요비용의 30%이내, 프로젝트 당 최대 1,000만 EUR 한도 (승인수수료 200m³ 이하 100 EUR, 200m³ 이상은 지원금의 0.2%(최대 20,000EUR)를 지불해야함)
 - 지원조건: 공장에서 새로 제작한 제품을 적용해서 2022년 12월 31이전에 운영이 시작되어야 하고, 냉온열 저장탱크에 유입되는 열의 50%이상이 열병합설비에서 생산되어야 하며, 산업용폐열이나 신재생에너지와 믹스된 경우 최소 25%이상 열병합 설비에서 공급되어야 함. 평균 열손실량은 저장탱크 표면면적당 15W/m²이하여야 함.
 - BAFA 지역냉난방 네트워크 지원금
 - 열병합 법에 따른 중앙정부의 지역단위 열병합 시설 이용을 위한 배관 등 네트워크 설치에 대한 지원금
 - 2017년 1월 1일부터 프로젝트 당 최대 2,000만 EUR 한도에서 지원되고 있음.
 - 연결되는 가구의 열 이용의 75%이상을 열병합 열에 의해 공급해야하며, 산업용 폐열이나 신재생에너지열을 50% 수준에서, 복합적으로 이용하는 경우에는 열병합 열을 25%이상 구성해야 함.
 - BAFA 시각화 지원금
 - 공공기관, 학교, 직업학교, 대학, 교회 등을 대상으로 신재생에너지생산량을 시각화하는 모니터링 전광판 등을 설치하는 데 1,200EUR 까지 지원
 - BAFA 4세대 열공급네트워크 지원제도
 - 개별적인 기술이나 요소가 아니라 전체 열공급 시스템에 대한 지원제도로 2017년 1월 부터 열공급 인프라에 대한 지원으로 도입
 - 2단계로 나누어 지원하며, 1단계에서는 기술 및 경제성 등 사업성 평가에 대해 총 지원대상 비용의 60%, 최대 60,000 EUR 한도로, 2단계는 시행비용의 50%를 최대 1,500만 EUR 한도에서 지원함.
 - 추가적으로 설치지역에 대한 홍보를 위해 총 지원대상 비용의 80%, 최대 20 만 EUR 을 지원하며, 대학 및 연구소 등과 협력하여 지원, 계획, 실현, 최적화 및 평가 수행의 경우 최대 100만 EUR 보조금
 - BAFA 커뮤니티의 비주거건물 에너지 컨설팅 지원
 - 지역 커뮤니티의 비주거건물에 대해 현장에서의 에너지컨설팅을 통해 리모델링 로드맵을 수립해주거나 KfW Effizienzhaus 목표수준을 권장 설정하는 데 소요되는 전문가 비용의 80%까지 직접지원금으로 제공되며, 용도존의 수에 따라 최대 지원금은 달라지고, 최대 15,000EUR 까지 지원됨.
 - BAFA 커뮤니티 에너지효율화 및 자원효율이용 네트워크 에너지 컨설팅 지원
 - 지역에서 네트워크 설치를 위한 커뮤니티나 지역행정단위의 참여유도 단계와 이 네트워크 의 실현 및 여러 해에 걸친 운용을 위한 네트워크 단계로 나뉘며, 참여유도 단계에 대한 컨설팅은 소요비용의 100%, 최대 네트워크 프로젝트당 3,000EUR 까지 지원 , 네트워크

를 에너지 및 자원효율네트워크로 계획할 경우 최대 6,000EUR 지원함. 네트워크 단계에 대한 컨설팅은 첫째 소요비용의 70%, 최대 20,000EUR, 그 다음해에는 소요비용의 50%, 최대 10,000 EUR 까지 지원, 에너지 및 자원효율 네트워크의 경우 최대 15,000EUR 지원함.

- 지역에서 모든 커뮤니티가 참여할 경우 최대 360,000EUR, 에너지 및 자원효율 네트워크의 경우 최대 540,000EUR 지원함

6) 공공부문 에너지 효율화 정책

(1) EU의 공공건물 에너지 인증 공개 (DEC: Display Energy Certificate) 정책

EU는 2008년 10월 1일 이후 에너지성능표시인증서 (이하 DEC: Display Energy Certificate) 제도를 도입하여 1,000m² 이상 공공건물을 대상으로 이 증서를 대중이 잘 볼 수 있는 곳에 “전시” 하도록 규정하였다. EPBD 제정 이후 제13조는 2013년 1월 9일부터 500m² 이상 공공건물로 대상을 확대하였으며, 2015년 7월 9일부터 현재까지 250m² 이상 공공건물은 이 증서를 공개적으로 게시하도록 하고 있다. 이 증서의 유효기간은 1년이다. EU의 DEC 제도는 대중들이 항상 볼 수 있는 눈에 띄는 장소에 인증서를 공개적으로 게시한다는 점에서 우리나라의 공공기관 에너지 소비량 공개 의무와는 차별화된다. DEC 제도의 가장 큰 목적은 해당 건물의 지난 일년간 실제 에너지 사용을 건물에 방문하는 누구나 볼 수 있도록 함으로써 에너지 소비에 관한 대중적 관심을 촉진하고, 공공건물 에너지 소비 정보를 투명하게 하는 데에 있다.

DEC 증서는 유효기간이 7년인 자문보고서 (AR: Advisory Report)가 함께 공개되며¹³⁾, 자문보고서는 DEC의 등급 개선을 위해 소유주체와 사용자들이 건물의 에너지 효율 향상을 위해 할 수 있는 노력의 방향을 제시한다.

그림 4.2.3은 영국의 DEC 예시로, 보통 A3 크기로 출력되며, 실제 사용량에 기반하여 에너지 라벨과 유사한 방식으로 건물에너지 성능을 표시하고, 그 이전 3개년의 운영 등급을 같이 표시하여 효율 개선 여부나 에너지 사용량 증감 등을 비교할 수 있도록 한다. 이 외에도 이전 3개년 에너지원별 탄소 배출량 정보 역시 제공되며, 건물의 주 난방에너지원과 냉난방 설비 시스템, 사용면적, 연간 난방에너지 사용량과 전기에너지 사용량, 신재생에너지 사용 비중 등이 표시된다.

13) 자문보고서는 게시될 필요는 없지만 누구나 접근 가능하도록 공개되어야 함.

Display Energy Certificate

How efficiently is this building being used?



A Government Dept
12th & 13th Floor
Jubilee House
High Street
Anytown
A1 2CD

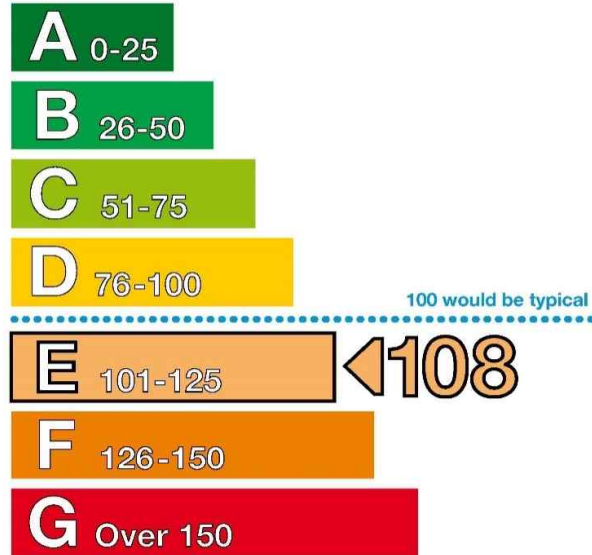
Certificate Reference Number:
1234-1234-1234-1234

This certificate indicates how much energy is being used to operate this building. The operational rating is based on meter readings of all the energy actually used in the building. It is compared to a benchmark that represents performance indicative of all buildings of this type. There is more advice on how to interpret this information on the Government's website www.communities.gov.uk/epbd.

Energy Performance Operational Rating

This tells you how efficiently energy has been used in the building. The numbers do not represent actual units of energy consumed; they represent comparative energy efficiency. 100 would be typical for this kind of building.

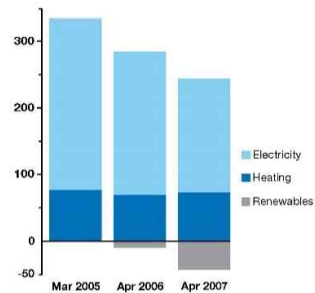
More energy efficient



Less energy efficient

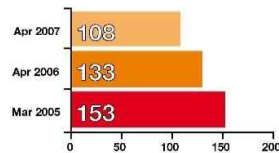
Total CO₂ Emissions

This tells you how much carbon dioxide the building emits. It shows tonnes per year of CO₂.



Previous Operational Ratings

This tells you how efficiently energy has been used in this building over the last three accounting periods



Technical information

This tells you technical information about how energy is used in this building. Consumption data based on actual readings.

Main heating fuel: Gas
Building Environment: Air Conditioned
Total useful floor area (m²): 2927
Asset Rating: 92

	Heating	Electrical
Annual Energy Use (kWh/m ² /year)	126	129
Typical Energy Use (kWh/m ² /year)	120	95
Energy from renewables	0%	20%

Administrative information

This is a Display Energy Certificate as defined in SI2007:991 as amended.

Assessment Software: OR v1
Property Reference: 891123776612
Assessor Name: John Smith
Assessor Number: ABC12345
Accreditation Scheme: ABC Accreditation Ltd
Employer/Trading Name: EnergyWatch Ltd
Employer/Trading Address: Alpha House, New Way, Birmingham, B2 1AA
Issue Date: 12 May 2007
Nominated Date: 01 Apr 2007
Valid Until: 31 Mar 2008
Related Party Disclosure: EnergyWatch are contracted as energy managers.
Recommendations for improving the energy efficiency of the building are contained in Report Reference Number 1234-1234-1234-1234

그림 4.2.3 영국 DEC(Display Energy Certificate) 예시¹⁴⁾

¹⁴⁾ <https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20120919233320/http://www.communities.gov.uk/documents/planningandbuilding/pdf/768325.pdf>

(2) EU 공공건물 리모델링 비율 의무화

EU는 에너지효율화지침(EED) 제5조를 통해 공공건물의 선도적인 역할을 강조하면서 회원국이 중앙정부가 소유한 공공건물 전체 사용면적의 3%를 매년 리모델링할 것을 의무화하도록 규정하고 있다. 이 지침에 따라 비용 효율적인 대체 조치를 취득하는 것은 검증을 통해 가능하다. 2014년 BPIE가 발표한 EED 5조 시행 6개월 이후의 각 회원국 상황에 대한 팩트 시트는 28개 회원국 중 20개국의 회원국만 관련 계획을 EU 의회에 알렸으며, 불가리아, 체코, 크로아티아, 그리스, 헝가리, 룩셈부르크, 루마니아, 슬로베니아는 여기에 누락되었다고 보고하였다. 또, 2015년 업데이트 된 자료에 따르면 11개국이 원래 계획대로 매년 3% 리모델링 조치를 취하기로 하였고, 다른 17개 회원국들은 대안조치를 채택하였다. 이들 국가들은 주로 에너지 절약행동, 에너지 절감 성과 계약, 건물외피 리노베이션, EMS 도입, 진단, 지속가능한 조달, 기술 시스템 등의 복합적인 대안의 채택을 통해 유사한 수준의 에너지 효율개선을 할 것으로 보고하였다.

제도 시행 이후 현재 실제 EU 회원국 중앙정부건물의 실질적인 리모델링 비율은 공개되지 않았지만, 브뤼셀 캐피탈 지역 의회 (Brussels Capital Region Parliament) 건물이나 프랑스 Troyes 또는 Champneuville 시청 관광청 개보수 사업 등과 같이 몇몇 건물에 대해서 모범 사례로 거론되고 있기는 하다.

7) 소규모 건축물의 에너지 수요관리 활성화 정책

(1) 영국 공급자 에너지효율화 의무 (EEO: Energy Efficiency Obligation) 제도¹⁵⁾

영국은 2002년에 에너지 공급자 의무 제도를 도입했으며, 주거 부분에서의 에너지효율화를 촉진하기 위해 가스 및 석유, 전력 공급자에게 에너지 절감 목표를 지정하고, 발급된 인증서(일종의 White Certificate)를 토대로 의무대상자의 양자간 거래가 가능하도록 하였다.

당시 영국 정부는 어떻게 에너지 서비스에서 효과적인 시장을 창출할 수 있을 지를 보기 위해 실무 그룹을 구성하고, 에너지 서비스의 개념을 단지 빛과 열 등 사용되는 에너지를 공급하는 판매 단위에서 고객의 에너지 효율화 조치를 촉진할 수 있도록 격려하는 방식으로 전환하고자 하였다. 이는 에너지 효율화의 사회적 효용에 대한 인식 증가가 전제되므로, 에너지 공급자가 그들의 에너지 절감 목표의 50%이상을 저소득층 등을 대상으로 제공하도록 하며, 주 목표대상이 공급자와 사회임대주택 공급자 간의 파트너십을 통한 단열 개선이 되도록 하였다.

또, 다양한 에너지 공급 업체 및 기타 이해 관계자의 대표로 구성된 에너지 서비스 실무 그룹은 고객에게 제공되는 패키지에 에너지 효율 진단과 컨설팅을 포함시켜야 한다는 것과 다양한 방법을 통한 에너지 절감수단들이 최소 각 가구당 15%이상의 에너지 절감효과를

¹⁵⁾ <https://www.ofgem.gov.uk/environmental-programmes/eco/overview-previous-scheme>

가지도록 해야 한다고 제안하였다.

이에 따라 영국 정부는 EEC(Energy Efficiency Commitment)를 제도적으로 도입하고, 2002-2005년 3년간 고객수가 15,000세대 이상인 에너지 공급 업체에 62TWh의 에너지 절감 목표를 정하고, 그 중 절반 이상을 저소득층이 에너지 효율화의 효용을 체감할 수 있도록 우선순위그룹을 통해 달성하도록 하였다.

Forfori(2006)에 따르면, EEC 제도 운영을 위한 Ofgem의 직접 비용은 2002-2005년 약 1,463백만 유로였으며, 개별 공급자가 최저 비용으로 목표 의무를 달성할 수 있도록 한 EEC의 유연성 체제 하에서도 에너지 공급자의 간접 비용을 포함하여 당초 연간 330백만 유로의 비용이 예상되었으며, 이 중 222백만 유로는 에너지 공급자로부터 나머지 108백만 유로는 소비자나, 사회임대주택의 건축주, 자선기관, 제품 생산업체들로부터 조달할 예정이었다. 또 사업초기의 EEC 제도에 따른 예상효과는 2002-2005년 추정 에너지 절감량 총 62TWh(442.4PJ)수준, 총 소요 비용은 연간 평균 474백만 유로로 3년의 실행기간 동안 총 1,422백만 유로 규모였다. 이 모든 비용을 사용자의 가스와 전기 요금을 통해 부과한다면, 연간 10.53유로(1.2%)로 계산될 수 있지만, 실제 소비자들이 에너지 비용을 통해 부담할 비용은 연간 약 225.3백만 유로(즉, 45백만 소비자들 각 5유로씩 부담), 나머지는 에너지공급자나 다른 금융주체 등에 의해 연간 약 248.7백만 유로(즉 45백만 소비자마다 각 5.53유로)를 부담하도록 할 수 있을 것으로 보았다. 이에 반해, 개별 소비자들은 에너지효율 향상으로 인해 주거환경의 쾌적성 증진 외에도 각 소비자들은 연간 평균 14.63유로의 절감효과가 있을 것으로 예상하고 있었다.

다음 그림 4.2.4는 EEC에 따른 개별 의무대상 에너지 공급자들의 목표 달성 현황이며 그림 4.2.5는 각 분기별 각 절감수단별 에너지 효율화를 통한 절감량을 정리한 것이다.

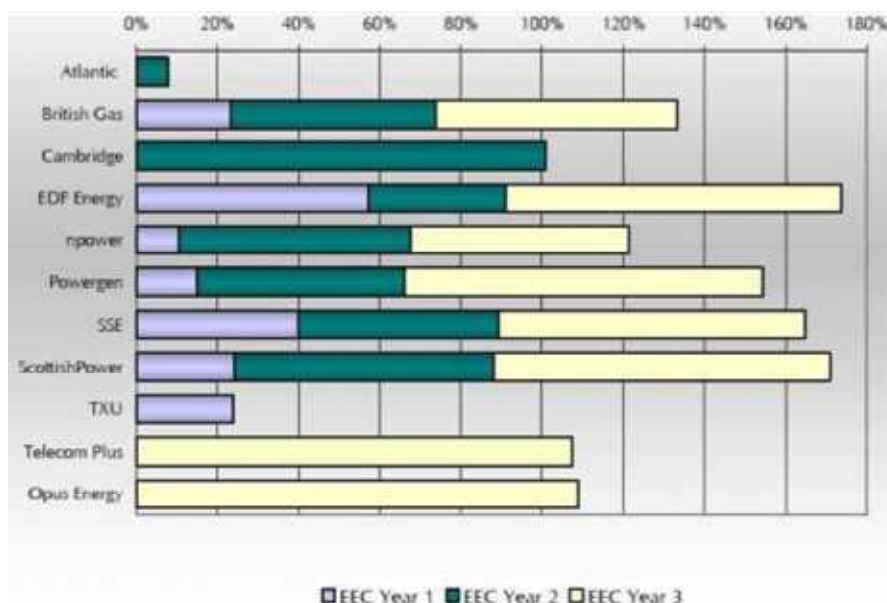


그림 4.2.4 영국 EEC 의무 대상 에너지 공급자 연차별 목표 달성 현황¹⁶⁾

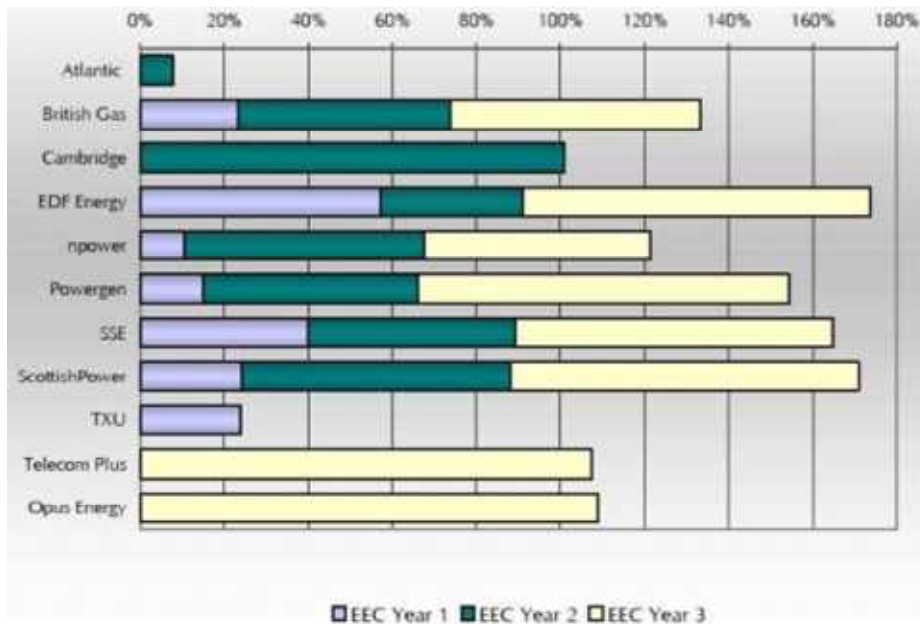


그림 4.2.5 영국 EEC 분기별 절감수단별 에너지효율화를 통한 에너지 절감량¹⁷⁾

Forfori(2006)는 결과적으로 EEC 제도가 3년동안 수행되는 동안 727.6PJ, 원래 목표인 442.4PJ 의 164%를 달성한 것으로 보고되었으나, 목표 이상으로 달성한 사업자의 초과 달성분이 2005-2008년 목표로 이행된 점과 실행기간 내에 한 사업자는 파산절차에 들어가고 다른 한 사업자는 법정관리에 들어가 그들의 목표를 이행하지 못한 점을 고려하고, 기타 효과에 따른 추가 산정분 등을 제외하면 실제로는 약 402PJ 을 절감 목표수준의 98%를 달성한 것으로 평가하고 있다. 또한 EEC 의 비용효율성에 대해서는 정부는 GJ 당 약 0.127센트, 에너지 공급자는 GJ 당 0.98EUR, 다른 기여자들이 GJ 당 0.3EUR 의 비용을 부담하여 사회 전체적으로는 에너지 비용상으로는 GJ 당 0.26EUR 를 부담하고 최종 소비자는 GJ 당 1.132EUR 절감한 효과를 가져온 것으로 보고 있다.

EEC 의 절감량은 free rider 효과나 comfort 효과를 포함한 총 에너지 향상량이 가정된 생애주기 동안 가정된 연간 단위 에너지향상으로부터 6% 할인율로 계산된 후, 전력, 가스, 석탄, 석유의 4가지 연료로 구분하고, 연료별로 연료 표준값¹⁸⁾을 적용하여 산출되었다. Ofgem(Office of Gas and Electricity Market)은 이 에너지 공급자 의무제도의 실행기관으로, 정부 행정기관 소속이 아닌 독립된 국가 규제 기관이다. Ofgemd 은 에너지 공급자 의무제도에서 의무 대상 에너지 서비스 사업자에게 에너지 효율목표를 할당하고, 매년 이러한 목표를 조정하도록 하고 있으며, 의무대상자의 활동이 에너지효율화 사업에 해당하는 지, 이에 따른 에너지 효율 향상이 얼마나 되는지 등 관리 감독의 업무를 담당할 뿐 아니라, 경우에 따라서는

16) <https://www.ecofys.com/files/files/aid-ee-2006-evaluation-energy-efficiency-commitment-uk.pdf>

17) <https://www.ecofys.com/files/files/aid-ee-2006-evaluation-energy-efficiency-commitment-uk.pdf>

18) 전력 0.8, 가스 0.35, 석탄 0.55, 석유 0.46, 액화석유가스 0.43

이 목표 중 일부 또는 전체가 다른 공급자에 의해 달성될 수 있도록 서면 합의를 제공하고 보고하는 등의 업무를 수행하고 있다.

이 제도는 이후 CESP(The Community Energy Saving Programme: 2009-2012)과 CERT(The Carbon Emissions Reduction Target: 2008-2012)의 형태로 운영되어 오다 ECO1(Energy Company Obligation: 2013-2015), ECO2 (Energy Company Obligation: 2015-현재)가 현재 진행중이며, 2021년과 2022년까지 진행될 다음 시기에 대한 목표가 확정된 상황이다.

CESP 는 정부의 주택 에너지 절감 프로그램의 일환으로 고객수 50,000이상의 가스 및 전기 공급자와 10 TWh/yr 이상의 발전회사에게 3년간 총 19.25 Mt CO₂의 이산화탄소 감축목표를 부과했으며, 2012년까지 목표의 85%인 16.31 Mt CO₂를 감축하였다.

CERT 는 British Gas, EDF Energy, E.On, npower plc, SSC Scottish Power Retail 등 더 큰 규모의 에너지 서비스 회사에 부과된 탄소절감 목표로 2012년까지 293(Mt CO₂)의 감축목표를 초과하여 296.9 Mt CO₂절감하였고, 이중 40%이상을 우선순위 그룹을 대상으로 달성하도록 하였는데 41.3%의 탄소절감이 우선순위 그룹을 통해 이루어졌다.

ECO 는 이후 1차(ECO1) 2013년부터 2015년까지 진행되었으며, 현재 2차(ECO2)가 2015년 4월부터 2017년 3월까지였던 당초 기한을 연장하여 현재 2018년 9월까지 연장하여 진행하고 있고, 2017년 10월 청정 성장전략(the Clean Growth Strategy)은 ECO 에 대한 현재 수준의 편당을 2028년까지 연장하기로 한 상태이다¹⁹⁾.

ECO 는 고객수 250,000가구 이상의 에너지서비스 공급자나, 400GWh 규모 이상의 발전회사 또는 2,000GWh 이상 공급하는 가스회사를 대상으로 한다²⁰⁾.

에너지 서비스 회사가 받게 되는 의무는 주택 난방비용 저감 의무(HHCRO: Home Heating Cost Reduction Obligation)과 탄소 배출 저감 의무(CERO: Carbon Emission Reduction Obligation)으로 구분되며, HHCRO 에 따라 저소득층 또는 취약 가구의 난방 능력 향상 및 난방 비용 저감을 위해 보일러 교체 등의 조치를, CERO 에 따라서는 지붕이나 벽체 단열 및 지역난방과의 연결 등 우선순위 조치들을 촉진하고, 일부는 교외지역에서 저감의무를 수행하여야 한다. 또 ECO2 하에서는 에너지 서비스 회사들에게 탄소감축 커뮤니티 의무(CSCO: Carbon Saving Community Obligation)도 있다.

그린딜과 달리 ECO 는 개별 가구가 설치된 에너지효율향상 시설에 대해 금융지원을 직접 받지 않아도 되며, 에너지서비스기업이 설치한 에너지효율향상 기술에 대해 에너지요금을 통해 비용을 지불하도록 하고 있다.

2016년 12월까지 ECO 체제에 따라 약 712,000개의 외벽 단열이 이루어졌고, 447,000 가구가 다락단열을, 464,000가구 이상이 보일러를 교체 할 수 있었다²¹⁾. 다음 그림 4.2.6은

¹⁹⁾ HM Government (2017) The Clean Growth Strategy, Leading the way to a low carbon future

²⁰⁾ <https://www.ofgem.gov.uk/environmental-programmes/eco/about-eco-scheme>

²¹⁾ S. Hinson, N. Sutherland, T. Rutherford (2018) Energy Efficiency and the Clean Growth Strategy, House of Common Library

2018년 8월 현재까지 달성된 ECO2 의무 현황으로 탄소배출 저감의무(CERO)는 약 86.33%, 주택 난방비용 저감의무(HHCRO)는 약 98.47%, 잠정적인 벽체 단열 최저 기준(PSWMR: Provisional Solid Wall Minimum Requirement)은 97.24%, 주택 난방 최소 기준(HHMR: Home Heating Minimum Requirement)은 99.24%, 교외 지역에서의 탄소 배출 저감의무(CERO Rural)는 98.53% 달성하고 있다.

Monthly progress towards overall ECO2 obligation

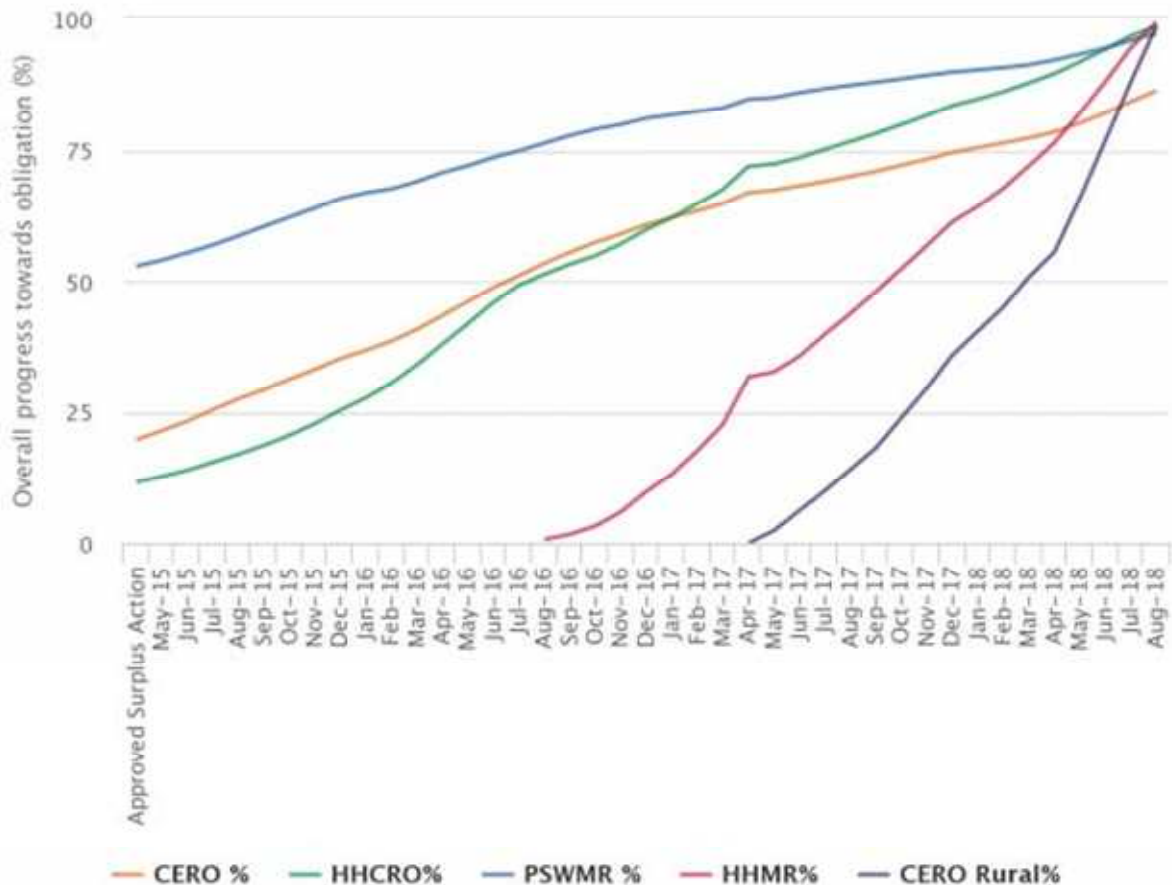


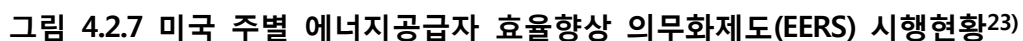
그림 4.2.6 ECO2의 2018년 8월 기준 의무 달성현황²²⁾

(2) 미국 에너지공급자 효율향상 의무화제도(EERS: Energy Efficiency Resource Standard)

미국은 1999년 텍사스주를 시작으로 EERS 제도를 도입하여 현재 20개 주에서 법적 구속력을 가지는 EERS 시행하고 있으며, 6개주는 에너지 사업자에 대한 효율향상 목표치만 제시하는 수준에서 제도를 시행 중이다. EERS 제도는 에너지 공급 서비스 기업이 장기적인 목표를

²²⁾ <https://www.ofgem.gov.uk/environmental-programmes/eco/contacts-guidance-and-resources/eco-public-reports-and-data/scheme>

그림 4.2.7.은 에너지효율 경제를 위한 미국 협의회 (ACEEE: American Council for an Energy-Efficiency Economy)에 따른 미국의 주별 EERS 제도 시행 현황이다. ACEEE 에 따르면, 2017년 1월 기준 EERS 제도를 시행하고 있는 26개 주 중 가장 강력한 기준을 제시하는 주는 매사추세츠와 로드아일랜드로, 주 차원에서 매년 5%의 감축 목표를 정하고 있다. 또 26개 주 중 16개 주는 천연가스에 대한 EERS 도 시행 중이다.



²³⁾ <https://aceee.org/topics/energy-efficiency-resource-standard-eers>

연방차원에서는 2009년에는 연방정부가 청정에너지안보법을 통과시켜 연간 4백만 MWh 이상 판매하는 에너지 회사들의 자발적인 신재생에너지 사용 및 에너지 효율향상을 통해 에너지 판매의 20%를 공급하도록 의무화하였다. 또, 최근 미국 에너지효율화 법 2015 (American Energy Efficiency Act of 2015)이 상원에 도입되면서 하원에서도 비슷한 규정이 검토되었다. 이는 2030년까지 전력부분에서 20% 절감, 천연가스 부분에서 13% 절감을 목표로 전력은 연간 1.75%, 가스는 연간 1%의 절감 목표를 세우고 있다. Ungar et al. (2015)는 이를 통해 2030년까지 약 110,000개의 일자리를 창출하고, 약 5천만 톤의 이산화탄소 배출을 줄일 수 있으며, 2040년까지 소비자들이 약 1조 달러의 누적 절감효과를 볼 수 있을 것으로 전망하고 있다.

8) 소규모 근린생활시설의 에너지 수요관리 활성화 정책

전세계적으로도 근린생활시설로 대표되는 상점들을 대상으로 적극적인 에너지 효율 규제를 시행하는 사례는 찾아 보기 어렵다. 예외적으로 스페인처럼 상업용 건물에 대한 재생에너지 설치를 의무화하고 있는 경우가 있기는 하지만, 이 또한 소규모 상점이 아닌 대규모로 소매점들이 입점한 상업시설이나 슈퍼마켓 등이다²⁵⁾. 대부분의 국가에서는 BREEAM 이나 LEED 와 같이 소규모 상점의 지속가능한 운영을 촉진할 수 있는 인증제도를 운영하거나, 에너지진단 및 효율화 컨설팅에 대한 지원, 자발적인 목표 설정 등을 통해 경제활동을 침해하지 않고 안정적인 에너지 공급을 유지하는 범위 내에서 에너지 효율 개선을 독려하는 정책들을 입안하고 있다.

(1) Breeam Retail

BREEAM Retail 은 소매점을 위한 유럽의 지속가능성 평가 제도이다. 이 인증기준은 관리, 에너지 사용, 오염, 운송, 토지 이용, 생태, 자재, 수질 및 건강 및 웰빙 영향을 포괄하는 광범위한 기준에 따라 건물의 성능을 평가하게 된다. 건물이나 전반적인 에너지 효율개선에 집중되어 있는 EPBD 나 EED 와 같은 지침과 비교하여 에너지 외 적인 부분이나 생활친화적인 기준들이 많이 포함되어 있어, 소매점 입점 세입자나 방문자들에게 체감적인 영향을 줄 수 있기도 하나, 에너지 절감 측면에서 괄목할만한 성과를 보인다고 평가 하기는 어렵다. BREEAM Retail 은 Building Research Establishment 에 의해 개발되었으며 현재까지 9 개국 및 22 개 개발 단계에서 시범 운영되고 있다.

(3) EU 에너지관련제품 지침 (Directive for Energy-using Products (EuP))

²⁴⁾ <https://aceee.org/sites/default/files/state-eers-0117.pdf>

²⁵⁾ <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.471.8057&rep=rep1&type=pdf> pg 12, 13
http://ec.europa.eu/environment/industry/retail/pdf/issue_paper_1/Energy_Efficiency_en.pdf

EU 에너지 관련제품 지침(ErP 지침)은 에너지 사용 제품 (EUP: Energy-using Products))들의 효율향상에 대해 규정하고 있으며, 냉장고, 냉동고, 보일러, 에어컨, 또는 조명 등과 같은 장비를 구매할 때 소매점 비즈니스 활동에 직접적인 영향을 미친다.

ErP 지침은 친환경 설계(Eco Design)에 대한 법적 기준을 제시하여, 이 기준을 만족하지 못하는 제품의 경우 유럽 내에서 판매될 수 없도록 하고 있다. EU 집행위원회가 공표하는 시행 조치 (Implementing Measures)에는 이 기준이 상세히 기술되어 있고, 각각 개별 제품군의 친환경 설계(Eco Design) 기준이 설명되어 있다. 이 기준을 충족시키고 있는 제조업체는 제품이 ErP 지침의 필수 요구사항을 준수하고 있음을 나타내는 표시로 CE 마크를 제품에 부착할 수 있다.

따라서, 전반적인 에너지 사용제품의 효율화 수준을 높여 소매점들에 신규 설치되는 에너지 사용 기기들의 효율을 높이고 있다고 볼 수 있다. 또, 이 제도는 제품의 에너지효율등급을 평가하고 소비자들에게 구매 의사결정에 에너지 효율이 영향을 끼칠 수 있도록 정보를 제공하는 에너지라벨과 상호 보완적인 관계에 있다.

(3) ERRT: European retail round table (<http://www.errt.org/>)

EERT는 유럽 소매 업체의 자발적인 협의체로 1990년대비 2020년까지 소매업체의 에너지소비량을 20% 감축하기로 하는 ‘에너지효율 선언 (Declaration on Energy Efficiency)’을 자발적으로 채택하고 있다.

9) 호텔 및 숙박업에 대한 에너지 수요관리 활성화 정책

(1) 독일 “Check-in Energieeffizienz Deutschland”

독일은 2050년 까지 거의 모든 건물을 기후 중립화를 목표로 건물부문 최종에너지 소비의 1/3을 차지하는 비주거건물에 대한 에너지 효율 개선 정책도 강화하고 있으며, 특히 숙박시설, 업무시설, 판매시설, 공공건물의 네 개 용도 건물에 대한 에너지효율화 잠재량을 크게 평가하고 이에 대한 맞춤형 접근에 대한 중요성을 강조하고 있다²⁶⁾.

“Check-in Energieeffizienz”는 독일 에너지공단 (DENA)가 시행중인 기후중립 호텔 및 숙박시설 시범 프로젝트이며, 이 프로그램을 통해 호텔부문의 에너지 효율화 잠재량과 혁신적인 개선 방안들을 입증하고, 이해관계자 네트워킹을 통한 지속적인 피드백을 통해, 향후 호텔부문의 에너지 컨설팅 및 자금 지원 방향에 대한 개선 방향을 모색하며, 고객대상 커뮤니케이션과 종사자 참여 강화를 위한 노하우를 수립하는 활동을 진행 중이다.

2015년부터 2018년까지 4년에 걸쳐 에너지 컨설팅부터 모니터링까지 이루어지며, 30개 호텔 및 호스텔이 참여하고 있다. 지원, 시공, 커뮤니케이션 관련 정보 교환, 교육 등을 위해 9회의 오프라인 행사가 개최되었으며, 이를 토대로 직원 참여와 고객과의 의사소통에 관한

²⁶⁾ <https://effizienzgebaeude.dena.de/newsroom/insight-nichtwohngebaeude/>

2개의 가이드라인을 수립했다.

다음 그림 4.2.8은 “Check-In Energieeffizienz” 참여 호텔 및 호스텔의 독일 내 지역적 분포를 나타낸 지도이다.

DENA 시범 프로젝트를 통해 참여한 중소규모 숙박시설 및 호텔 기업들은 추가적인 보조금 및 저리 융자, 호텔의 리모델링 로드맵 수립을 위한 경험있는 전문가의 컨설팅, DENA 참여자 네트워크를 통해 다른 참여 기업과의 광범위한 정보 공유 기회, 리모델링 후 무상의 에너지 소비량 모니터링 서비스, 에너지효율화 리모델링 관련 홍보 및 마케팅 지원, 모범 사례로서의 이미지 구축 기반 등을 제공 받고 있다.

dena-Modellvorhaben „Check-in Energieeffizienz“.

Regionale Verteilung der ausgewählten Hotels & Herbergen.

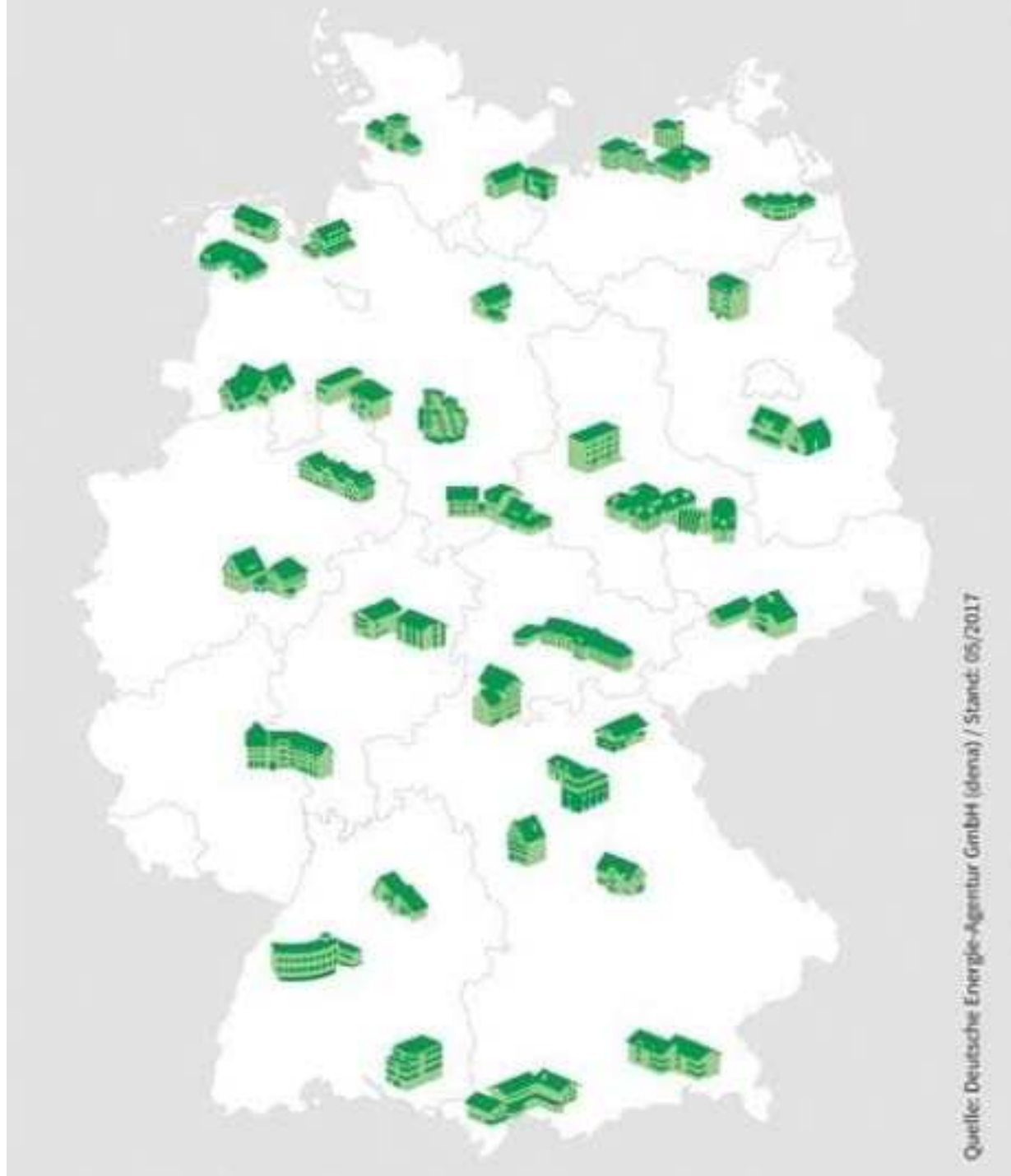


그림 4.2.8 독일 “Check-In Energieeffizienz” 참여 호텔 및 호스텔의 분포현황²⁷⁾

²⁷⁾ DENA (2018), dena-ANALYSE: Insight Hotelimmobilien Bundesministerium fuer Wirtschaft und Energie

2015년 초 DENA의 중간발표 결과는 다음과 같이 요약될 수 있다²⁸⁾.

- 호텔이나 호스텔 운영자들은 리모델링에 대해 추가 지원 없이 시행하기 어려운 상황에 놓여있으며, 특히 에너지효율화 리모델링 조치의 계획과 자금조달면에서는 더욱 어려운 상황임.
- 30개의 호텔과 호스텔들이 약 34%의 열 및 전력에너지 절감을 하는 것으로 계획하였는데, 개별적인 편차는 10% 절감 수준에서 플러스 에너지 호텔 수준까지 매우 큰 편임.
- 효율화에 대한 보장이나 직접 보조금 등은 제공되지 않는 상황에서 에너지효율화 조치에 대한 자금조달이 많은 중소기업 호텔 운영자들에게 특별히 어려운 부분임.
- 에너지컨설턴트가 호텔 산업의 특성을 잘 이해하지 못하고 있는 부분도 개선되어야 할 점으로 지적됨. 따라서 향후 컨설팅 표준을 마련하고, 컨설팅 품질 향상을 위해 활용될 수 있도록 할 필요가 있으며, 전문가 그룹간의 네트워킹을 통한 정보교환도 강화되어야 함.
- 광범위한 에너지 조치가 참여 대상 숙박시설을 통해 이루어졌는데, 호텔의 경우 공사기간이 길어지는 데 대한 부담으로 난방 및 조명 시스템 교체나 단열개선 정도가 주로 이루어진 반면, 건물 수가 많은 유스호스텔은 손실에 대한 수용성이 소규모 운영자에 의해 운영되는 호텔보다는 커서 리모델링 기간동안 건물을 폐쇄하는 것도 가능하였음.
- 호텔리어들에게는 리모델링 재원조달이 가장 큰 쟁점인데, EU 원조지원법에 따라 직접 보조금 수준이 제한되고 조건부로만 가능한 상황임. 이에 따라 추가적인 자금조달 개선 조치는 에너지효율화조치에 대한 기본 위험 보장 및 은행을 통한 신용평가 표준을 도입하는 것이 될 수 있음.

DENA는 이해관계자 네트워킹을 진행하면서, 특히 고객과의 의사소통의 중요성을 강조하고 있다. 호텔은 서비스 기업으로서 고객의 체류기간 동안 친환경적인 행동을 유도하면서도 동시에 만족도를 높여야 한다는 점을 전제한다. 따라서 지속가능성과 관련된 스토리 텔링의 중요성을 강조하고, 고객이 웹사이트나 호텔 평가 포털에 접근 하는 시점부터, 질의, 예약, 체류전 커뮤니케이션, 도착, 체크인, 객실 이용, 부대시설 서비스, 체크아웃, 송영까지 매 시점 작은 아이템과 기회 등을 통해 고객의 영감을 자극하는 노하우가 필요하다고 안내하고 있다. 또한 이와 관련된 구체적인 사례들을 Check-In Energieeffizienz 시범 사업 참여프로젝트를 통해 소개한다.

또한 직원들의 적극적인 참여와 역할 수행을 호텔 경쟁력의 핵심요소로 지적하고, 시범 프로젝트 참여기업들의 네트워크 회의에서 직원들과의 의사소통과 산업내 지식 구조 강화를 위한 직원 커뮤니케이션을 정기적인 주제로 다루어왔다. Danner et al. (2017)은 이를 토대로 만들어진 직원들과의 의사소통 가이드라인을 통해 직원들은 호텔 운영의 동반자이자, 에너지 소비자이며, 함께 아이디어를 창출할 수 있고, 고객을 직접 상대하는 역할을 수행하고 있기 때문에, 직원들과의 소통의 목적은 호텔의 목표와 수단에 대한 이해를 높이고, 이에 대한 경쟁력을 갖추며, 고객이나 다른 제3자와의 의사소통을 통해 이 목적을 실현할 수 있는 준비를

²⁸⁾ <https://effizienzgebaeude.dena.de/best-practice/modellvorhaben-hotels-und-herbergen/das-modellvorhaben/ueber-das-modellvorhaben/fortschrittsbericht/>

할 수 있도록 함임을 강조하고 있다. 이에 따르면, 직원들 역시 리모델링의 설계 및 시행, 운영과정에 참여하는 것이 필요하며, 왜 기업이 에너지효율화 및 기후보호에 참여하는 지 공감하고, 어떤 부분이 어떻게 변화되어야 하는 지를 함께 논의할 수 있어야 한다. 그리고 직원들의 행동변화에 대한 동기부여를 위해서는 첫째로 직원들이 왜 이런 행동변화가 필요한지 에 대해 이해하는 것이 필요하며, 적절한 보상체계가 요구됨을 지적한다.

DENA 는 시범프로젝트를 바탕으로 더 많은 호텔들의 참여를 유도 하기 위해 ‘자가진단 - 에너지컨설팅 - 자금조달 - 설계 - 시공 - 모니터링 및 유지관리 - 고객과의 의사소통’의 7단계에 걸친 에너지 효율화 과정을 안내하고, 단계별로 맞춤형 가이드라인을 제공하고 있으며, 그 내용은 다음과 같다.

- 자가진단: DEHOGA 에너지 절약캠페인을 통한 에너지 절약 팁, 체크리스트, 에너지 절약 시트 및 호텔 업계 에너지효율화를 위한 오스트리아 에너지 공단 (AEA)안내서 등 자가진단을 위한 정보 제공
- 에너지 컨설팅: 에너지 효율화 장기 로드맵 수립을 위한 에너지 컨설턴트 리스트 제공 및 BAFA 의 중소기업 에너지 컨설팅 자금지원 프로그램 연계 (2018년 현재 최대 6,000EUR 지원)
- 자금조달: 에너지 컨설턴트가 기업의 조달 가능한 자금 범위에 연계 가능한 자금 지원 정책에 대해 조원 (KfW 에너지효율화 신축 및 개보수 프로그램 276,277,278 및 기타 DENA 시범 사업 자금이나 지역 자금, 호텔 리모델링 및 에너지효율화 관련 클라우드 펀딩, 에너지서비스 기업과의 성과보증계약 등)
- 설계: 에너지효율 전문가 목록 제공 및 에너지 절약 팁 등 정보 제공
- 시공: 건축관리자의 중요성 강조, 시공과정에서 고려하여야 할 팁 제공
- 에너지 관리 및 모니터링: 호텔 부문 에너지 모니터링관련 사례 및 이점 홍보
- 고객과의 의사소통: Check-In Effizienz 시범 프로젝트를 토대로 수립된 고객과의 커뮤니케이션 가이드라인 및 직원들의 참여 강화와 관련된 노하우를 담은 가이드라인 제공

10) 데이터 센터 에너지 효율화 방안

데이터센터의 에너지 소비가 CO₂배출에 미치는 부정적인 영향을 제한하는 적절한 입법 체계와 정책의 사례는 전세계적으로 찾기에 쉽지 않다. Avgerinou et al. (2017)은 데이터센터의 이해관계가 복잡하고, 일부 기업은 인프라에, 다른 기업은 IT 장비 선택 이나 운영에 책임이 있는 등 책임 수준이 모두 다르기 때문에, 데이터 센터에 에너지 최소효율 요구사항을 설정하기 어렵다고 지적하고 있다.

EU 의 경우도 데이터 센터에 대한 별도의 규정은 마련되어 있지 않으며, EPBD 를 통한 건물에너지 효율에 관한 최소 기준이나 에너지스타 라벨링 프로그램 등을 통해 IT 장비효율을 높이도록 하는 정도에서 관리하고 있는 편이며, 자발적 정책 수단으로 데이터센터 행동 강령 (CoC)을 채택하고 있을 뿐이다.

(1) EU 데이터센터 행동강령 “Code of Conduct for ICT”

EU는 급증하는 데이터 센터의 에너지 소비에 대응하기 위해, 2008년 EU 공동연구센터(JRC: Joint Research Center)에 의해 운영되는 자발적인 이니셔티브로 데이터 센터 행동강령 (code of conduct for Energy Efficiency in Data Centres)을 도입하여, 데이터 센터의 에너지 수요에 대한 이해를 돕고, 인식을 개선하며, 모범 사례 발굴 및 효율화 표준 및 목표 등을 제안함으로써, 데이터 센터 소유주나 운영주체가 비용 효율적인 방법으로 데이터 센터의 소비를 줄여나갈 수 있도록 효율화를 장려하고자 하고 있다.

당초 2000년에 유럽집행위원회(European Commission)는 자발적 정책 수단으로 ICT를 위한 EU 행동강령을 발표하고, 초기에는 외부전원공급장치 및 디지털 TV 서비스를 대상으로 운영했으나 이후 무정전 전원공급장치(UPS), 광대역 장비 및 데이터센터에 확대 도입되었다. 행동강령은 제조업체, 판매업자, 컨설턴트 및 유틸리티가 고객들을 통해 다른 유사한 활동을 조정하는 것을 포함하여, 관심있는 업계, 전문가 및 회원국 등 이해관계자들을 모아 시장, 제품 및 시스템 성능에 대한 개방적이고 지속적인 대화가 이루어질 수 있도록 하는 자발적인 이니셔티브로 EU 공동연구센터 (JRC: Joint Research Center)의 관리하에 있다²⁹⁾. 행동강령에서는 우수사례에 나타난 키 이슈나 합의된 방안들에 대해 정의하고 중점적으로 다룬다. 또한 에너지 소비를 눈에 띄게 줄인 참여자들에게는 연례적으로 EU 데이터센터 행동강령 상³⁰⁾이 수여될 수 있다.

(2) GREEN DATA CENTER 인증

그린데이터 센터는 에너지 효율을 극대화하고 환경 영향을 최소화하기 위해 설계된 기계, 조명, 전기 및 컴퓨터 시스템을 갖춘 시설로, 전력 및 냉각부문 에너지 절감, 서버 및 스토리지 활용도 향상(+ 최적화 및 효율성), 데이터센터 공간 개선 등에 대한 이점이 있다.

UN 산하의 국제 전기통신연합 ITU (International Telecommunication Union)의 Study Group 5 (SG5)는 기후변화 대응 표준화를 진행중이며, Q17에서 그린데이터 센터 구축 지침, 에너지 모니터링 시스템, 그린화 수준에 대한 평가척도표준 등을 개발하고 있다. ITU-T L. 1300은 그린데이터 센터 구축에 관한 국제 표준으로 2011년 채택되었으며, 그린데이터 센터의 설계 및 센터 운영, ICT 장비와 서비스, 전력 공급 및 관리, 냉각 시설 등에 대한 우수사례를 제시한다. 자세한 사례연구는 별도의 보충자료에 보고되어 있다³¹⁾.

²⁹⁾ <https://ec.europa.eu/jrc/en/energy-efficiency/products/coc>

³⁰⁾ <https://ec.europa.eu/jrc/en/energy-efficiency/code-conduct/datacentres>

³¹⁾ https://www.itu.int/en/ITU-T/Workshops-and-Seminars/bsg/201310/Documents/S5Part1P1_Paolo_Gemma.pdf

4.3 에너지 요금제도 및 세제 개편을 통한 건물 에너지수요관리 방안

건물부문의 에너지소비는 냉난방에너지사용, 전자제품 등 기기와 설비의 사용 등에서 이루어진다. 이에 따른 온실가스 배출은 가스나 석탄, 석유 등 화석연료를 직접 사용하면서 발생하는 직접 배출과 전기를 사용하면서 발생하는 간접배출의 두 가지가 있다.

직접배출하는 에너지원의 사용은 줄이고 간접배출하는 에너지원의 사용은 그양을 줄이거나 전기 발전과정에서 온실가스 배출량을 줄이는 두 가지 방법이 있다.

어떤 형태든, 직접적인 수요를 줄이는 것이 온실가스 배출량을 줄이는 데 도움이 된다.

건물에서 에너지 수요관리가 자발적으로 이루어지기 위해서는 에너지 소비 절감이 결과적으로 비용의 절감으로 이어지는 경제적 유인이 있어야 한다. 에너지요금과 세제를 통해서 직접적인 수요절감이나 온실가스 발생이 적은 에너지원으로의 전환을 유도할 수 있다. 이에 더해 앞서 OECD 주요국들이 시행하는 단열개선과 설비교체에 대한 직접적인 재정지원 제도까지 더해지면 건물 분야의 온실가스 감축정책효과가 클 것이다.

4.3.1 주요국 전기소비 추이와 한국 건물분야 전기소비 추이

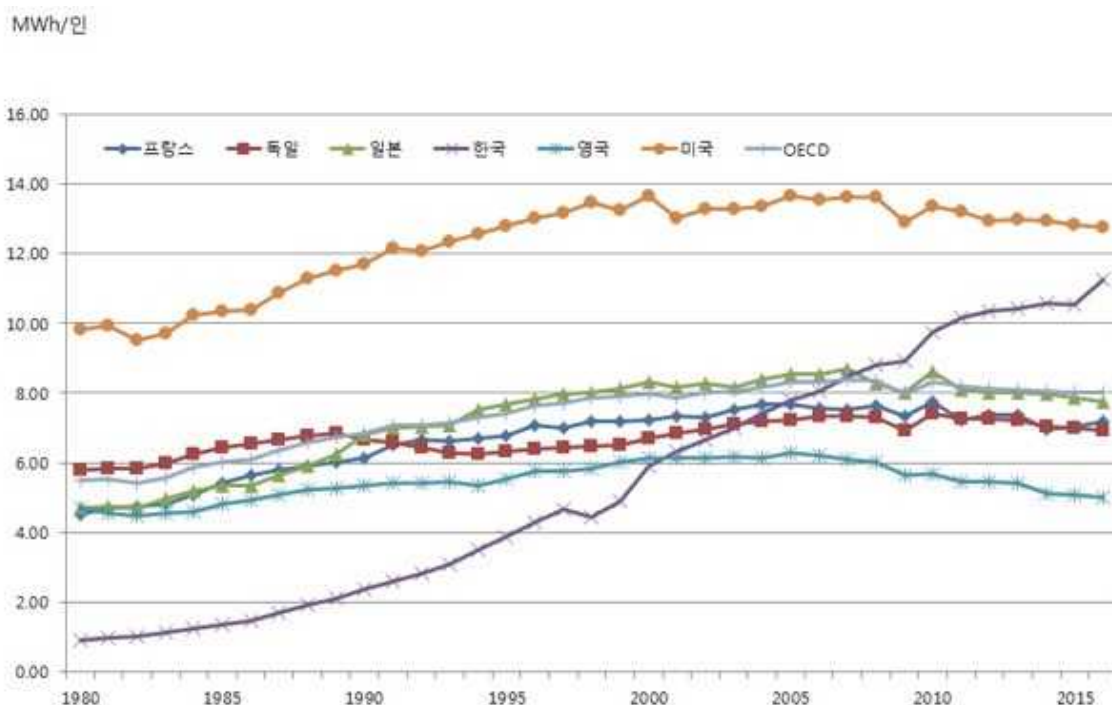


그림 4.3.1 주요국 1인당 전기소비 추이

자료: 에너지경제연구원 에너지수급현황 분석 2018.3

OECD 주요국인 미국, 영국, 프랑스, 일본, 영국의 1980년 이후 전기소비 추이를 한국과 비교해보면 한국의 전기소비 증가율이 가파르게 증가한 것을 확인할 수 있다.

2000년대 중반 이후로는 한국의 1인당 전기소비량이 유럽 주요국들의 1인당 전기소비량을 앞섰다.

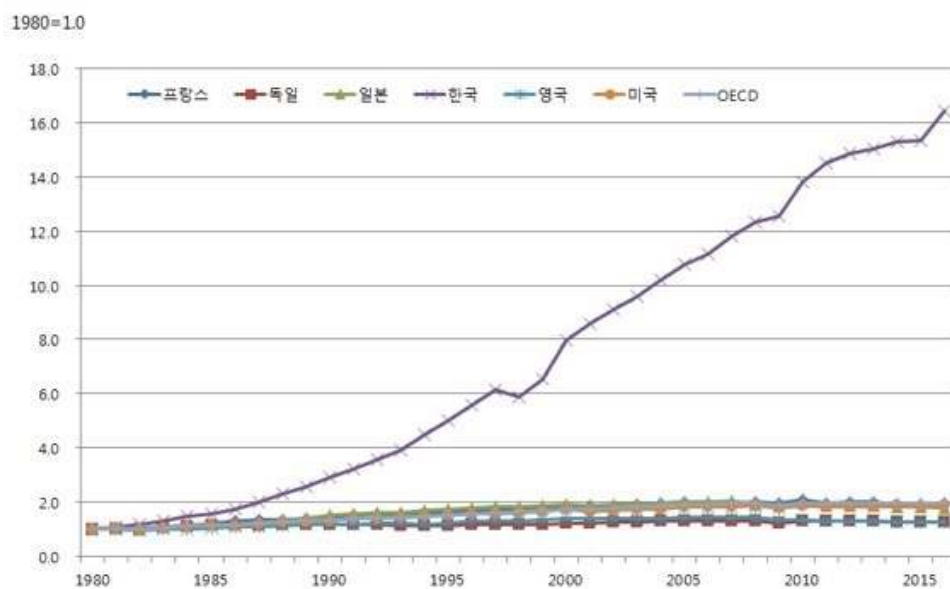


그림 4.3.2 1980년 기점 주요국 1인당 전기소비 추이

자료: 에너지경제연구원 에너지수급현황 분석 2018.3

특히, 1980년을 기점으로 한국의 1인당 전기소비는 OECD 주요국들에 비해 크게 증가했다. 2000년 이후 주요국가의 건물분야의 전기소비 증가 추이를 확인할 수 있는 가정/상업/공공부문 일인당 최종에너지소비와 전력소비 변화를 확인했을 때도 한국은 OECD 주요국가들보다 많이 증가했다. 일인당 최종에너지 소비변화는 비교국가들이 감소한 반면 한국이 유일하게 증가했다.

표 4.3.1 주요국의 가정/상업/공공부문 일인당 최종소비, 전력소비 변화

(2000~2015년, %)

	프랑스	독일	일본	한국	영국	미국	OECD
일인당 최종소비 변화	-0.47	-0.24	-0.43	0.98	-1.51	-0.68	-0.42
전력소비 변화	1.61	0.57	0.54	4.90	-0.02	1.07	1.26

자료: 에너지경제연구원 에너지수급현황 분석 2018.3

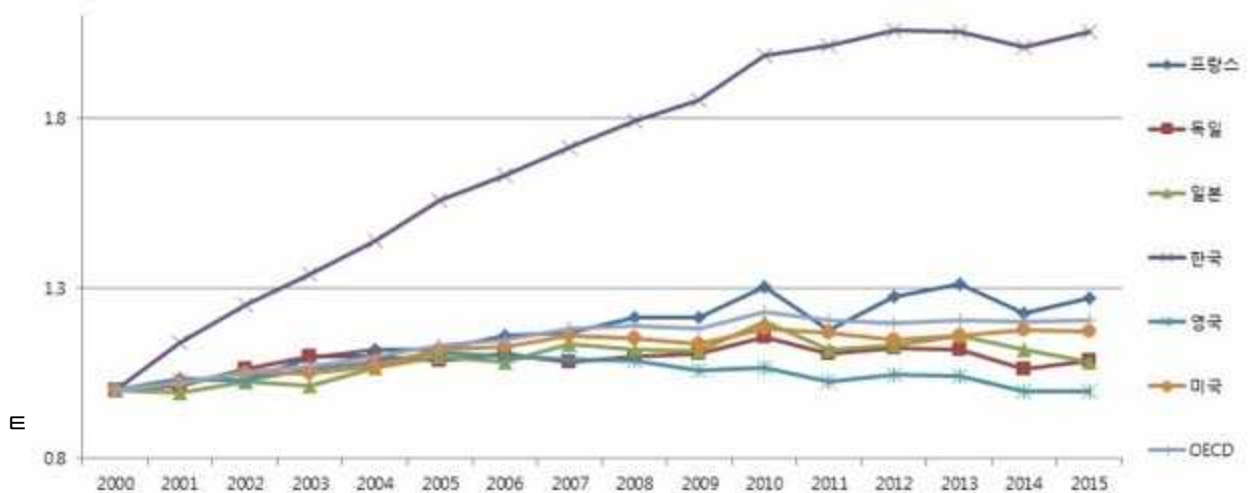


그림 4.3.3 주요국 가정/상업/공공부문 전력소비 변화(2000~2015년)

자료: 에너지경제연구원 에너지수급현황 분석 2018.3

건물분야 최종에너지원별 소비 변화를 가정과 상업부문의 추이를 보면 가정 부문에서는 가스소비의 증가정도가 높고 상업 부문은 전력소비의 증가가 두드러진다. 건물에서 주요 최종에너지소비는 난방용 에너지소비인데 상업부문은 난방에너지 전기화의 영향을 크게 받고 있는 것을 확인할 수 있다.

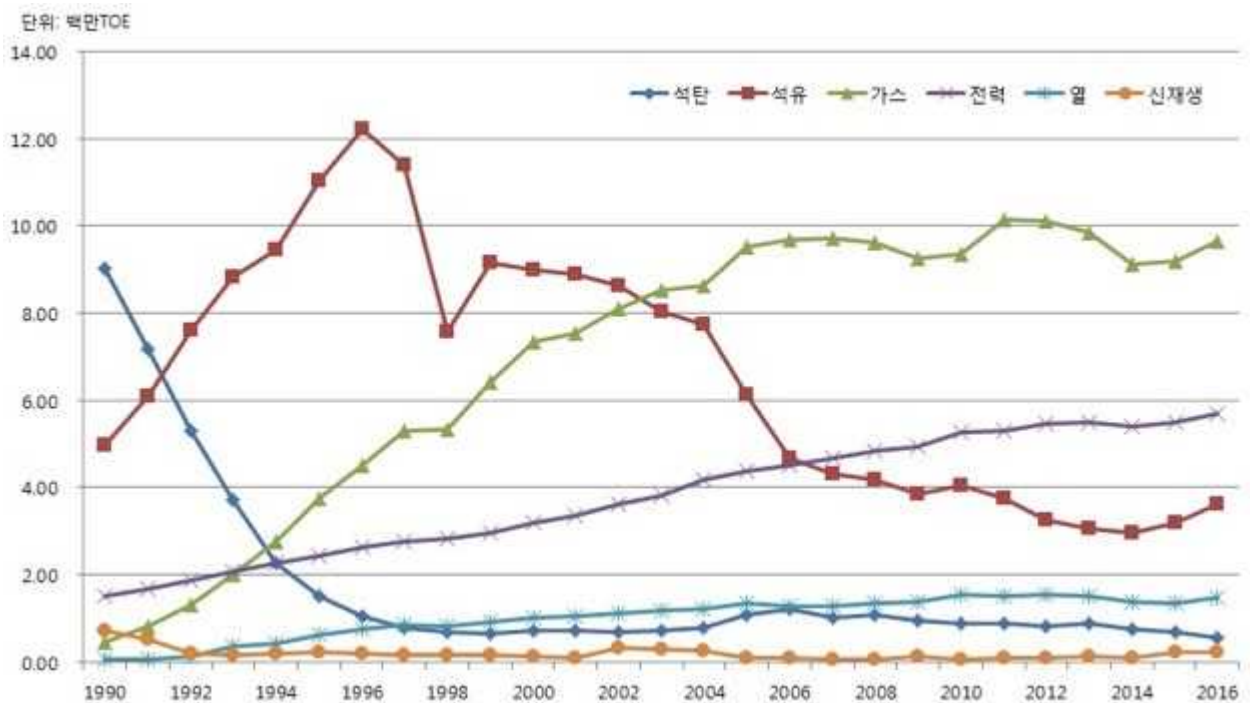


그림 4.3.4 가정부문 최종에너지원별 소비변화(1990~2016년)

자료: 에너지경제연구원 에너지수급현황 분석 2018.3

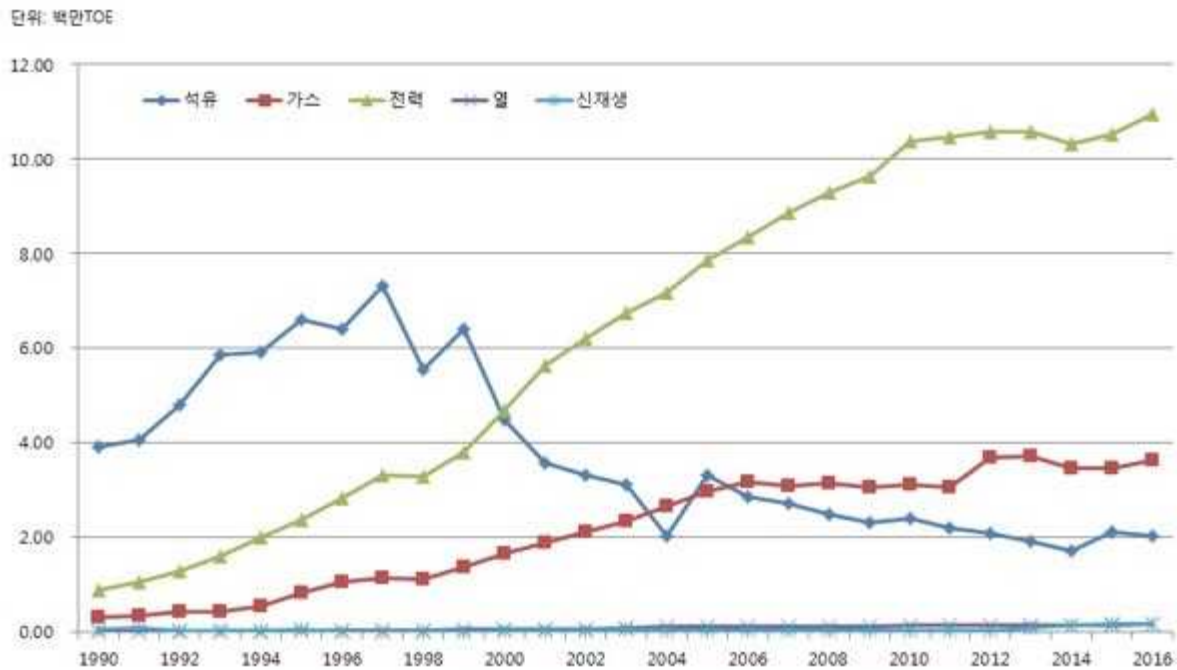


그림 4.3.5 상업부문 최종에너지원별 소비변화(1990~2016년)

자료: 에너지경제연구원 에너지수급현황 분석 2018.3

가정부문은 가스소비의 증가와 함께 전기소비도 꾸준히 증가하고 있다. 다만, 가스소비는 2000년대 중반들어 주춤하고 있는데 전기소비는 꾸준히 증가하고 있다. 이는 주택에서 난방에너지 증가와 함께 기후변화에 따른 냉방전기소비 증가, 가전제품 사용 증가, 취사에너지 전기화 등 가정 내 전력소비 증가 요인이 꾸준히 늘어난 결과로 보인다.

가정상업부문 공히 석탄과 석유소비는 줄어 들고 있지만 신재생에너지사용량은 아직 미미한 상황이다.

4.3.2 한국 건물분야 전기소비 현황과 전기요금

한국의 부문별 전력소비에서 산업용 전력소비가 가장 큰 비중을 차지한다. 2017년 한국전력공사의 판매전력량 통계를 보면 산업용 전력소비가 56%이고, 일반용은 22%, 가정에서 쓰는 주택용은 14%이다. 이때, 자가 소비용 발전소 전력량은 제외했다.

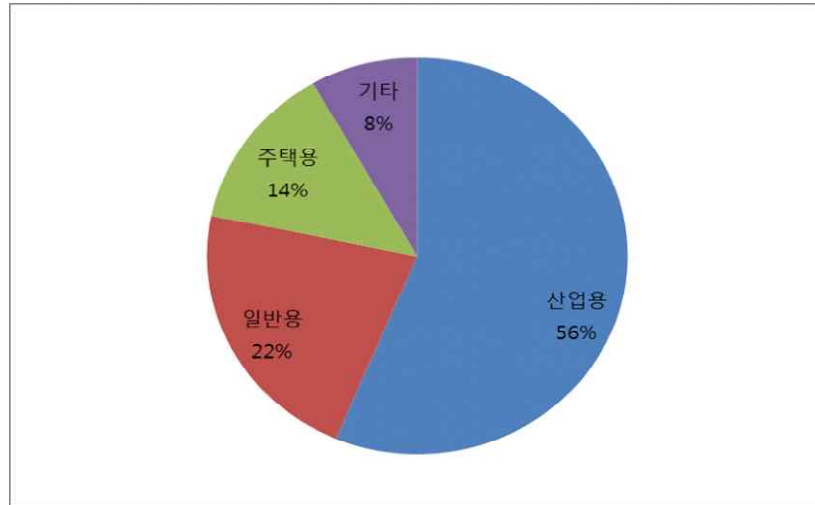


그림 4.3.6 부문별 전력소비 비중(2017)

자료: 전력통계속보, 한국전력공사, 2018.7

전력 계약종별 판매전력량 추이를 보면, 전반적으로 여름과 겨울에 전력소비가 늘어나는 것을 확인할 수 있는데 건물의 냉난방전기소비가 늘어나기 때문이다. 산업용과 기타용 전력소비는 겨울에 증가폭이 큰데 비해 주택용은 여름에 증가폭이 크다.

비중이 큰 산업용 전력을 제외하면 계절에 따른 건물의 전력사용 패턴이 더 잘 드러난다.

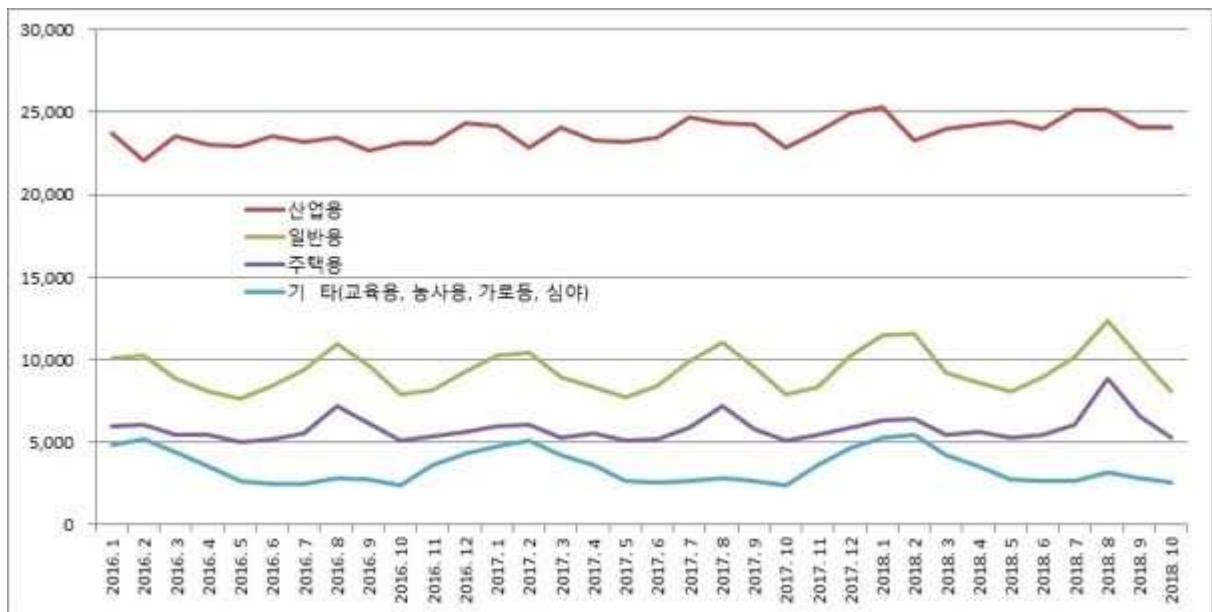


그림 4.3.7 계약종별 판매전력량 추이(2016.1 ~2018.10) 단위: GWh

자료: 전력통계속보, 한국전력공사, 2017, 2018



그림 4.3.8 계약종별 판매전력량 추이(산업용 제외)(2016.1 ~2018.10) 단위: GWh

자료: 전력통계속보, 한국전력공사, 2017, 2018

그림 4.3.8.은 산업용 전기소비 통계를 제외하고 일반용과 주택용, 기타용(교육용, 농사용, 가로등용, 심야용)의 전기소비 추이를보여주는 그래프이다. 일반용은 여름과 겨울 모두 전력소비가 늘어나는 패턴을 보여주고 있으며 주택용은 여름에 전력소비가 증가한다. 특히, 지난 여름 기후변화로 인한 폭염 당시 전기소비가 급증했다.

2018년 겨울에 2016년이나 2017년 겨울과 달리 주택용 전력소비가 여름만큼은 아니지만늘어나는 것을 확인할 수 있다. 이 역시 기후변화 영향으로 인한 한파로 가스 주 난방 외에 개별 전기난방 제품의 사용이 늘어난 것으로 보인다.

표 4.3.2 계약종별 전기소비 추이와 일반용 전기소비 비중 추이

(2017.1~2018.10, GWh)

연도	월	주택용	일반용	산업용	기타용	일반용 비중
2017	1	5,989	10,274	24,141	4,794	22.7%
	2	6,082	10,433	22,832	5,075	23.5%
	3	5,269	8,957	24,084	4,248	21.0%
	4	5,511	8,349	23,287	3,663	20.5%
	5	5,095	7,734	23,245	2,670	20.0%
	6	5,181	8,460	23,434	2,597	21.3%

연도	월	주택용	일반용	산업용	기타용	일반용 비중
	7	5,913	9,955	24,708	2,633	23.0%
	8	7,179	11,070	24,311	2,795	24.4%
	9	5,845	9,553	24,260	2,678	22.6%
	10	5,150	7,943	22,846	2,430	20.7%
	11	5,467	8,318	23,856	3,652	20.1%
	12	5,861	10,253	24,967	4,699	22.4%
2018	1	6,333	11,461	25,319	5,248	23.7%
	2	6,424	11,592	23,300	5,434	24.8%
	3	5,494	9,222	23,951	4,269	21.5%
	4	5,622	8,590	24,287	3,534	20.4%
	5	5,267	8,100	24,394	2,769	20.0%
	6	5,432	8,937	24,035	2,641	21.8%
	7	6,058	10,149	25,139	2,684	23.1%
	8	8,851	12,340	25,120	3,221	24.9%
	9	6,594	10,170	24,121	2,845	23.3%
	10	5,285	8,056	24,088	2,548	20.2%

자료: 전력통계속보, 한국전력공사, 2017, 2018

일반용 전기를 사용하는 상업용 건물은 냉난방 에너지로 전기를 사용하고, 주택용 전기를 사용하는 가정에서는 냉방에너지로 전기를 사용하고 난방에너지로 가스를 사용하며 보조적으로 전기난방제품을 사용하는 것으로 해석된다.

기타 전력소비량은 주택용과 달리 겨울 전력소비가 늘어났는데 겨울 농사용 전력소비의 증가량이 영향을 미친 것으로 추정된다. 기타용에서 농사용 전력소비가 2017년 전력소비량에서 41%를 차지했는데 기타용 전력의 31% 비중인 심야전력은 매해 감소하는데 비해(2017년 전년 대비 -4.5%) 농사용 전기소비는 매해 높은 비율로 증가하고 있다(2017년 4%).

산업용 전기소비 다음으로 큰 비중을 차지하는 일반용 전기소비에서 냉난방전기소비 증가로 여름과 겨울에 일반용 전기소비 비중이 증가하는데 특히, 기후변화로 인한 이상 한파와 폭염이 있던 2018년 2월과 8월의 일반용 전기소비 비중은 약 25%까지 증가했다.

표 4.3.3 계약종별 전기사용용도

계약종별	전기사용용도
주택용	· 주거용 고객 · 계약전력 3kW이하의 고객 · 독신자합숙소(기숙사 포함)나 집단주거용 사회복지시설 · 주거용 오피스텔 고객
교육용	· 유아교육법, 초·중등교육법, 고등교육법에 따른 학교 · 도서관법에 따른 도서관 · 박물관 및 미술관진흥법에 따른 박물관·미술관
산업용	· 한국표준산업분류상 광업, 제조업 고객
농사용	· 양곡생산을 위한 양수, 배수펌프 및 수문조작 · 농사용 육묘 또는 전조 재배 · 농작물재배, 축산, 양잠, 수산물양식업 고객
가로등	· 일반공중의 편익을 위한 도로·교량·공원 등의 조명용 전등 · 통신신호등, 도로표시등, 해공로표시등 및 기타 이에 준하는 전등
일반용	· 상기 요금종별 이외의 고객

출처: 한국전력공사 전기요금 온라인 페이지

일반용 전기요금을 사용하는 건물들의 유형은 3.1절과 3.2절에서 살펴 본 국내 건물에너지 소비현황 결과를 통해서 확인할 수 있다. 단위면적당 에너지사용량이 많은 유형으로 숙박시설, 근린생활시설, 판매시설, 업무시설 등이고 단위 건물 에너지 사용총량이 많은 유형으로 에너지다소비 건물, 목표관리제 건물 등이고 건물 에너지 계절 수요가 높은 유형으로 근린생활시설, 숙박시설, 업무시설등이다.

이들 상업용 건물들은 냉난방에너지로 전기소비 사용이 늘어나고 있는데 적용받는 전기요금은 일반용 전기요금이다.

표 4.3.4 계약종별 전기판매 현황

구분	호수(천호)	판매량(백만 kWh)	구성비(%)	판매수익(억원)	구성비(%)	판매단가 (원/kWh)
종합	22,030	483,655	100	539,637	100	111.57
주택용	14,419	65,619	13.6	81,162	15	123.69
일반용	3,017	103,679	21.4	135,264	25.1	130.46
교육용	20	7,691	1.6	8,707	1.6	113.22
산업용	397	273,548	56.6	293,826	54.4	107.41
농사용	1,638	15,702	3.2	7,429	1.4	47.31
가로등	1,673	3,341	0.7	3,788	0.7	113.37

출처: 한국전력공사 전기요금 온라인 페이지

한국전력공사가 각 계약종별로 적용하고 있는 판매단가에서 주택용은 킬로와트시당 123.69원이고 일반용은 130.46원이다. 일반용 전기요금에 부과하는 전기요금 단가가 주택용보다 더 높지만 주택용은 누진제가 적용되고 있어서 전기소비 증가에 따른 부담이 일반용 전기요금보다 크다.

표 4.3.5 주택용 전기요금 누진제 구간과 연간 주택용 사용 현황

기본요금(원/호)		전력량 요금(원/kWh)		가구수(천가구, %)	
200kWh 이하 사용	910	처음 200kWh 까지	93.3	9,559	40.6
201 ~ 400kWh 사용	1,600	다음 200kWh 까지	187.9	12,431	52.8
400kWh 초과 사용	7,300	400kWh 초과	280.6	1,554	6.6

자료: 한국전력공사 전기요금 온라인 페이지

주택용 전기요금에서 처음 200킬로와트시까지 적용되는 요금은 93.3원이지만 다음 200킬로와트시까지 적용되는 전기요금은 187.9원이다. 400킬로와트시 이하로 사용하는 가구수가 전체의 93%가량이고 2015년 가구별 평균 사용량이 223kWh이지만 폭염으로 냉방전기 수요가 급증하는 여름에는 누진제 적용으로 전기요금 부담이 커질 수 있다.

이에 반해 일반용 전기요금 수용가들에게는 누진제가 적용이 되지 않다보니 여름과 겨울 냉난방전기수요 증가에도 주택용 수용가들에 비해 부담이 덜하다. 전기요금 부담이 적다보니 폭염 가운데 호객행위를 위해 개문냉방을 하는 경우가 흔히 발견된다.

누진제가 적용된다하더라도 한국의 주택용 전기요금은 주요국들 중에서 가장 낮다.

2015년부터는 가정에 적용되는 전기요금이 미국보다 낮다.

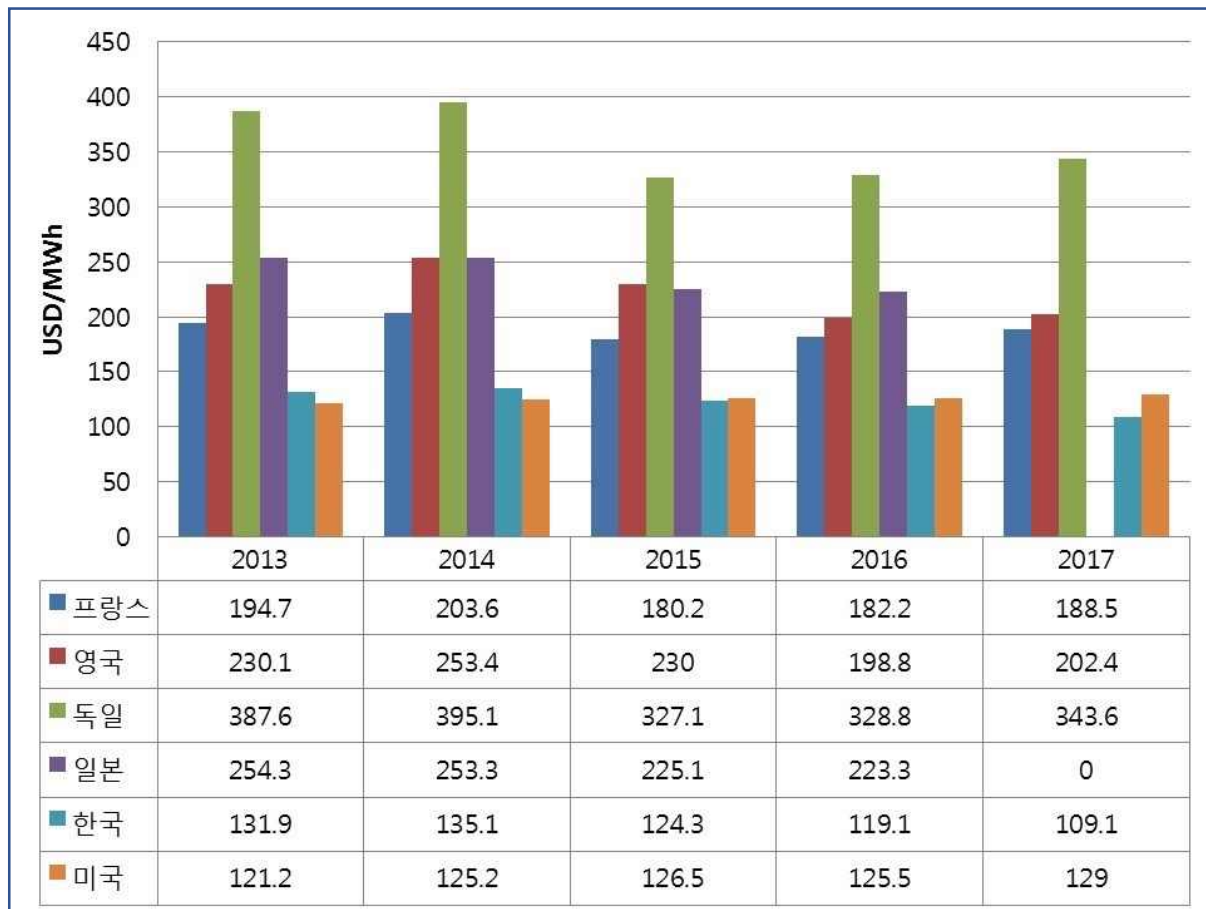


그림 4.3.9 주요국 가정용 전기요금 추이(2017)

자료: Energy prices and taxes second quarter 2018 IEA

4.3.3 건물 에너지 소비효율 투자를 위한 요금과 세제 정책

건물에너지로는 냉난방용 전기소비가 늘어나는 추세이고 이들 건물의 수요관리를 위해서는 3.2절에서 아래와 같은 내용의 정책수단을 마련할 필요가 있다고 제안되었다.

- 신축 건물의 제로에너지건축물 기준 적용
- 기존 건물의 그린리모델링을 통한 에너지효율화
- 공공건물 그린리모델링을 통한 에너지 효율화

한편으로는 국제에너지기구와 IPCC 보고서에서 권고된 것처럼 기존 설비와 기기를 고효율설비와 기기로 교체하는 것도 전기소비를 절감하고 온실가스를 감축하는 데 유용하다.

신축 건물은 전체 건물의 1~2% 정도밖에 되지 않으므로 주택이건 상업용 건물이건 공공건물이건 기존 건물의 그린리모델링과 설비교체가 에너지소비 절감과 온실가스 감축에 더 효과적이다.

이를 위해서는 재정적인 투자가 동반되어야 하는데 건물주가 자발적으로 투자를 하기 위해서는 투자에 따른 에너지비용 절감이 회수가 되어 궁극에는 이익이 되는 제도마련이 필요하다.

표 4.3.6 서울시 에너지 다소비 사업자 업종별 에너지사용량 추이

구 분	'12년 에너지사용량	'16년 에너지 사용량	비중	에너지 증가량	증가율(%)
병원	234	254	14%	20	8.5
대학	211	229	13%	18	8.5
호텔	178	164	9%	-14	-7.9
백화점	260	267	15%	7	2.7
상용	613	769	42%	156	25.4
전화국/연구소	85	144	8%	59	69.4

출처: 에너지 다소비 사업자 관리개선(안) 2018.1.25. 서울시

하지만 현재 건물 냉난방에너지의 주요 에너지원이 되고 있는 전기사용의 비용이 낮은 상황에서 건물주가 그린리모델링이나 설비 및 기기교체에 자발적으로 투자할 것을 기대하기는 어렵다. 더구나 자가용 건물이 아닌 경우에는 건물 사용자의 에너지소비 절감이 건물주의 에너지비용 절감으로 연결되지 않기 때문에 더욱 투자를 기대하기 어렵다.

서울시 에너지 다소비 사업자 업종별 에너지사용량 추이를 보면 에너지소비 절감이 비용의 절감으로 연결되는 자가용 사업자인 호텔의 경우 2012~2016년 동안 유일하게 에너지소비량이 줄어들었다. 데이터센터 등의 에너지소비량이 급증한 전화국/연구소를 제외하고 에너지소비량이 가장 많이 증가한 업종은 상용건물로 주로 임대용 건물로 사용되기 때문에 건물주가 에너지소비절감에 투자하지 않아 에너지소비량이 오히려 늘어나고 있는 것으로 보인다. 자가용 건물이 아닌 경우 에너지소비 절감에 투자할 수 있도록 유인할 수 있는 제도마련이 필요하다.

표 4.3.7 A 호텔과 B 마트의 에너지소비효율 절감 투자

	A 호텔	B 대형 마트
전기 절감	□ LED 조명교체 (Lamp & Bar) • 교체수량 - 객실 : 2,882개, 주차장 : 1,640개 • 전력사용량 비교 - 교체 前 1,624,656Kw → 교체 後 475,947Kw = 절감량 1,148,682Kw(70% 절감) □ 고효율 전동기 • 공조기 12대, 펌프 1대, 환모터 24대 - 전력 절감량 : 107,678Kw	□ 노후 조명기기 효율화 • 매장매입 전반조명 LED 교체 125개점 56,071MWh 절감 • 매장 형광등 Race-way 전반조명 LED 교체 111개점 20,968MWh 절감 • 주차장 전반조명 LED 교체 109개점 20,097MWh 절감 • Downlight LED 교체 131개점 20,748MWh 절감 • 후방 및 직원공간 전반 조명 LED 교체 70개점 5,884MWh 절감 • 광고판 LED 교체 130개점 4,601MWh 절감 □ 효율화장비 발굴과 적용 • 냉동 쇼케이스 온습도제어기 40개점 • 에어컨 및 조명 연동 동작감지기 124개점 • 에코도어
가스 절감	□ BOILER 교체 • 교체 前 : 수관식 5Ton 2대/ 3Ton 1대 → 교체 後: 관류식 2Ton 5대 = 절감량 34,900m³ □ RTWD (히트펌프) • 절감량 : 16,820 m³	• 고효율냉온수기 교체공사 20개점 • 터보냉동기 교체공사 29개점 • 폐열히트펌프 변경

한편, 에너지소비 절감이 비용절감으로 이어져서 이익을 회수할 수 있는 호텔, 마트와 같은 자가용 건물조차도 투자의 기준은 ‘5년 내 회수 가능한 에너지효율개선’이 우선이다.

상업용 대형 건물이 고효율 기기와 설비 교체에 더해 그린리모델링으로 냉난방에너지소비까지 절감하기 위해서는 그린리모델링 투자가 5년내 회수되는 투자여야 하지만 현재의 저렴한 전기요금 체계에서는 어렵다.

고효율 설비와 기기 교체로 에너지소비를 절감하는 등 친환경 호텔로 인정받은 A호텔의 2016년과 2017년 전기와 가스비용을 보면 그린리모델링으로 투자비를 5년 내에 회수하기는 어려워 보인다.

20년 이상된 노후주택 그린리모델링 효과로 약 30% 가량 에너지사용 절감이 예상됨에도 불구하고 호텔과 같은 대형 건물의 그린리모델링에는 수백억원의 비용이 소요되는 것을 고려했을 때 다른 브랜드 효과 등을 감안하더라도 쉬운 투자 선택은 아니다.

표 4.3.8 A 호텔의 연간 전기와 가스사용 비용(단위: 천원)

연도	전기사용비	가스사용비
2016	1,592,997	910,918
2017	1,541,767	888,027
합계	3,134,764	1,798,945

※ 전기요금: 전기요금계+전력기금, ※ 가스요금: 사용료+계량기 교체비용

4.1절에서 확인할 수 있듯이 신축건물의 경우 녹색건축물 조성 지원법에 의해 녹색건축인증을 받게 되면 취득세 감면, 재산세 감면, 용적률 및 높이제한 완화 적용을 받을 수 있지만 기존 건물은 그린리모델링에 이차지원 정도 가능하다.

다만, 서울시에서는 주택의 경우 최근에 집수리 비용 보조로 공사비의 50%이내, 최대 1천만원(내부 공사비는 300백만원까지)까지 지원하는 ‘가꿈주택 시범사업’제도를 마련했다.

2.3.2절에 소개된 것처럼 ‘21세기 하반기 순에너지 제로(net-zero) 달성해서 2°C 온난화’를 위해서는 기존 건물의 3%에 대해 그린리모델링사업을 시행해야한다는 권고에 따라 OECD 주요국가들이 건물분야의 온실가스를 감축을 위한 여러 제도를 시행하는 것과 비교된다. 이들 국가는 기본적으로 전기요금 등 에너지비용이 높아 건물 에너지소비 절감에 따른 이익을 기대할 수 있고 나아가서 직접 지원제도 등 다양한 촉진제도가 병행되고 있다.

한국은 에너지비용이 투자를 유인할만큼 높지도 않고 그린리모델링을 촉진시키기 위해 직접 지원제도도 미비하다보니 냉난방전기소비가 급증하고 있는 건물의 그린리모델링은 제자리걸음이다.

그린리모델링 투자가 5년 내 회수가 가능하도록 전기요금을 합리화하거나 에너지사용량 규제 또는 절감 의무화를 하거나 건물주 세제 혜택이나 직접 지원 등으로 기존 건물 그린리모델링 투자를 활성화하는 프로그램 개발이 필요하다.

풍력과 태양광, 바이오매스 등 재생에너지 전기 비중이 2018년 71%를 기록한 덴마크는 발전비용이 전기요금에서 차지하는 비중이 9%로 낮지만 공공서비스 부담금, 세금 등을 부과해서 전기요금 비용을 높여 에너지소비 절감 투자를 유도하고 있어 전기요금은 싸고 에너지 효율은 낮은 반면 1인당 전기소비는 높은 한국에 시사하는 바가 있다.

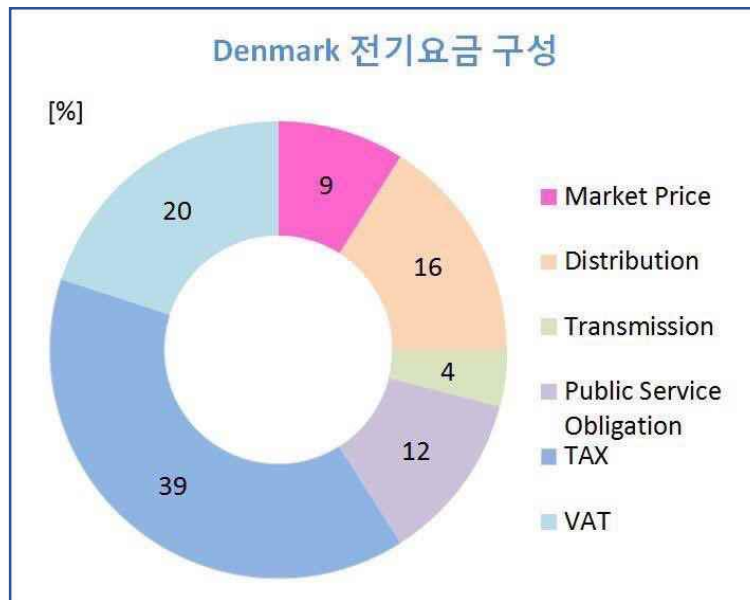


그림 4.3.10 덴마크 전기요금 구성

출처: 덴마크 대사관

개문냉방을 하는 상업건물들은 에너지효율이 높지 않은 근린생활시설인 경우가 많다.

개문냉방 단속도 산업부의 고시가 있어야만 지자체에서 실시하는데 단속으로 문제를 해결하기 어렵다. 개문냉방 3진 아웃제를 도입해서 개문냉방이 3차례 이상 단속될 경우 누진제를 적용하는 등 에너지낭비가 경제적인 피해로 귀결이 되어야 행동의 변화나 효율투자로 연결된다.

4.3.4 제로에너지건축물 축진을 위한 요금정책 점검

건물에 사용되는 에너지를 단열개선과 고효율기기, 설비 교체로 소비절감하는 패시브적인 요소에 더해서 액티브적인 요소인 재생에너지 설치로 제로에너지 건물이 가능하다.

지구상승온도를 2°C 이하로 완화하기 위한 건물 분야의 온실가스 감축 전략의 궁극적인 목표는 건물에서 사용되는 에너지가 온실가스를 배출하지 않을뿐만 아니라 오히려 에너지를 생산하는 역할을 하는 것이다.

건물 에너지 소비 절감의 첫단계는 생활태도와 습관에 의한 절약이고 그 다음은 고효율설비 교체와 단열개선작업이다. 마지막으로 패시브하우스와 같은 저에너지 건물에 재생에너지 설치를 하게 되면 제로에너지 하우스 또는 에너지를 생산하는 액티브하우스가 가능하다.

건물 소유주와 사용자들의 이와 같은 건물에너지소비 절감에 자발적인 참여가 이루어지기 위해서는 관련기술이 개발되고 관련시장이 형성되어야 한다. 그를 위해서는 적절한

제도가 마련되어야 하는데 적절한 에너지요금, 규제와 의무 부여, 적절한 투자를 이끌어낼 수 있는 지원과 세제혜택이 필요하다.

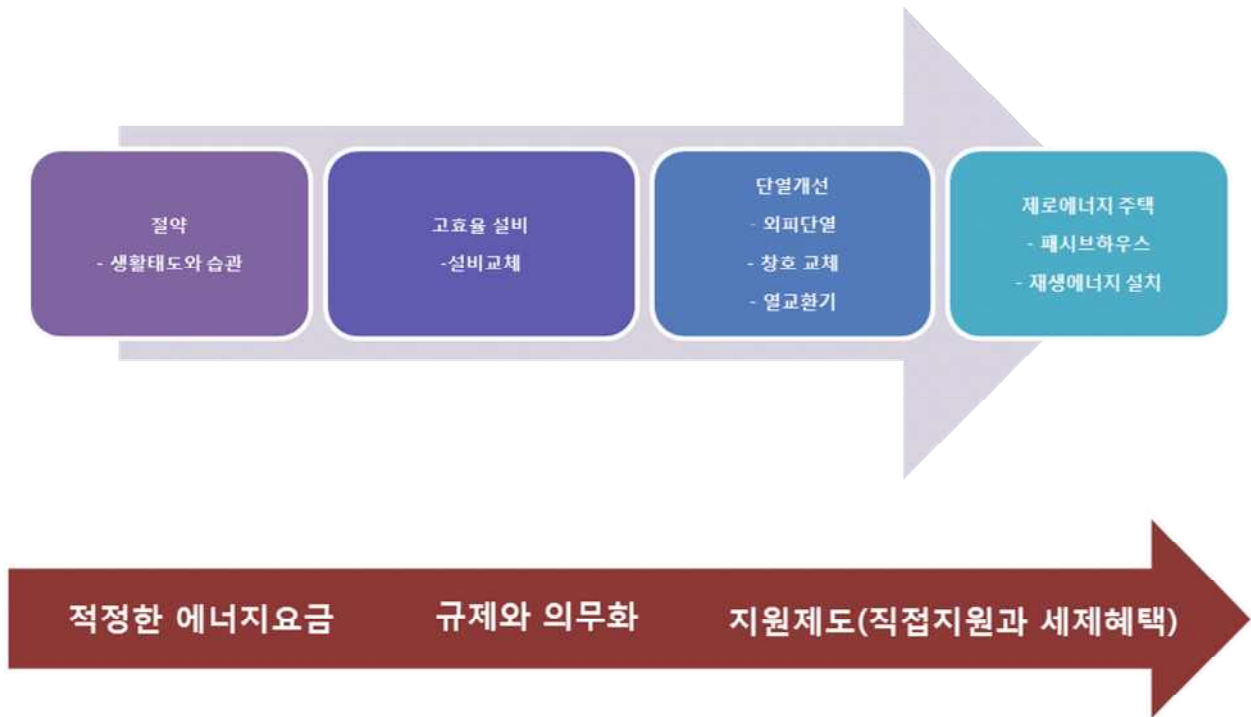


그림 4.3.11 건물에너지 소비절감 단계와 유도정책

건물 에너지의 주 사용처는 냉난방용 에너지이므로 지열에너지와 히트펌프를 병행하게 되면 냉난방용 에너지소비를 줄일 수 있고 이때 필요한 전기를 태양광 등 재생에너지로 공급하게 되면 제로에너지 또는 액티브 에너지 하우스가 될 수 있다.

지열은 연중 온도가 10~20도씨로 겨울과 여름의 큰 온도차이에 상대적으로 영향을 크게 받지 않는다. 겨울 상수도 온도는 약 5도씨인데 이를 데워서 난방수로 공급하기 위해서는 그만큼 많은 에너지가 필요하지만 지열은 10도씨 이상에서 시작하므로 그만큼 에너지를 절감할 수 있다. 여름 역시 실내 공기는 30도씨를 넘는데 지열은 20도씨 안팎이므로 냉방에너지 사용이 그만큼 적게 든다.

표 4.3.9 복층빌라(30평형) 2가구 지열 냉난방, 급탕 전기사용량 모니터링

(2017.10~2018.09)

비고	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
A 호 (kWh)	701.8	613.3	451	301.9	189	188.5	371.7	401	157.8	236.1	446.2	625.1	4,683.4
B 호 (kWh)	718.3	562.4	504.3	330.9	208.5	250.4	368	485	179.9	258.4	506.1	684.5	5,056.7

<A 호 전기요금>

기본요금(원)	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	295,680
전력량요금(원)	64,776	56,608	29,405	19,684	12,323	19,924	39,289	42,386	10,289	15,394	41,184	57,697	408,958
전기요금	89,416	81,248	54,045	44,324	36,963	44,564	63,929	67,026	34,929	40,034	65,824	82,337	704,638

<B 호 전기요금>

기본요금(원)	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	295,680
전력량요금(원)	66,299	51,910	32,880	21,575	13,594	26,467	38,898	51,265	11,729	16,848	46,713	63,179	441,357
전기요금	90,939	76,550	57,520	46,215	38,234	51,107	63,538	75,905	36,369	41,488	71,353	87,819	737,037

지열냉난방 시스템 도입을 위해서는 30평을 기본으로 할 때, 3RT 정도가 필요하고 이를 위한 전기설비는 기본설비 3KW와 순환펌프용량 400W까지 감안하면 일반용 전기요금 4kW를 계약해야 한다. 주택용 전기요금으로는 누진제가 적용되어 에너지를 절감하는 선택임에도 불구하고 높은 전기요금을 내야하는 불합리함이 있었는데 지열발전용 전기요금으로 가정에서도 일반용 전기요금을 적용받게 되었다. 하지만 이 역시도 4kW계약전력 기본요금을 지불해야 하는 불합리함이 있다.

실제 복층빌라(30평형) 2가구에 지열로 냉난방, 급탕 시스템을 적용한 뒤 전기사용량을 모니터링한 결과를 보면 실제 전력사용량은 적는데 일반용 전기요금 계약으로 인한 기본요금이 더 많이 나오는 경우가 있다. 냉난방에너지가 많이 필요하지 않는 봄, 가을의 경우 지열시설로 인한 전력량 요금은 1만원대인데 계약전력으로 인한 기본요금이 24,640원이다.

아래의 사례는 지열시설까지 포함해서 계약전력을 4kW로 낮게 잡은 경우지만 전원주택형 단독주택의 경우 지열시설 계약전력이 10kW 이상인 경우가 일반적이다. 이때는 기본요금이 6~7만원 선으로 높다.

실제 에너지사용량을 줄이는데도 불구하고 지열에너지 사용자에게 적합한 전기요금제도가 없다보니 일반용 전기요금 계약으로 인한 기본요금이 개별 가정에게는 부담이다.

이 거주자가 지열발전 전기소비 이외에도 가전제품 사용 등의 생활형 전기소비를 월간 300킬로와트시 정도 사용한다고 가정하면 주택용 전기요금제를 적용할 경우 가장 비용이 많이

들고 지열에너지는 일반용 전기요금제, 생활형 전기는 주택용 전기요금제로 분리 적용하는 방법이 그나마 비용이 적게 든다.

4kW의 경우에는 일반 가정에서 설치하는 태양광 설비인 3kW와 크게 차이가 나지 않는다. 이에 해당하는 태양광 설비를 설치하면 제로에너지 하우스로 만들 수 있지만 생활형 전기가 포함하면 7kW이상의 태양광설비를 설치해야 해서 설치비용도 높고 태양광 설치 면적도 부족하다.

도시가스관이 연결되지 않은 지역의 경우 LPG가스나 석유를 이용해 난방과 급탕을 하게 되면 30평 빌라 난방비는 훨씬 큰 부담이다. 이 측면에서 지열시설이 전원형 단독주택의 난방비 절감 차원에서 보급되고 있다. 그런데 겨울에 난방을 하기 위해서 지열 파이프에서 공급되는 열을 뺏기만 하면 땅에 차가운 공기만 주입하게 되어 냉화되어 열을 얻는데 에너지가 더 들어간다. 겨울에 난방을 위해 열을 빼고 여름에는 냉방을 위해 열을 넣는 형태로 지열을 연중 사용하면 땅의 온도가 적정하게 유지된다.

건물에서 가장 에너지소비가 많은 냉난방에너지를 화석연료가 아닌 재생에너지인 지열로 공급하고 이때 소요되는 전기에너지를 태양광발전기로 공급하면 이상적인 제로에너지하우스가 될 수 있다. 문제는 이 방법이 비싼 석유 등의 난방비를 줄이기 위한 방법만이 아니라 도심 공동주택 등에서도 보급되려면 현재의 요금체계로는 도시가스를 대체할만큼의 경제적 유인책이 되기 어렵다는 점이다.

표 4.3.10 북충빌라 1가구 지열냉난방, 급탕+생활형 전기 사용 시 전기요금 계산

(2017.10~2018.09)

비고	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
A 호 (kWh)	701.8	613.3	451	301.9	189	188.5	371.7	401	157.8	236.1	446.2	625.1	4,683.40

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
지열발전													
전기소비	701.8	613.3	451	301.9	189	188.5	371.7	401	157.8	236.1	446.2	625.1	4683.4
생활형 전기소비	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	3600
합계(kWh)	1001.8	913.3	751	601.9	489	488.5	671.7	701	457.8	536.1	746.2	925.1	8283.4

지열발전 전기요금

기본요금	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	24,640	295,680
전력량요금	64,776	56,608	29,405	19,684	12,323	19,924	39,289	42,386	10,289	15,394	41,184	57,697	408,958
전기요금(원)	89,416	81,248	54,045	44,324	36,963	44,564	63,929	67,026	34,929	40,034	65,824	82,337	704,638

지열발전 + 생활전기 전기요금

주택용													
전기요금제	265,280	235,900	184,220	136,680	100,630	100,630	159,010	168,270	90,740	115,630	182,630	239,740	1,979,360
일반용													
전기요금제	43,120	43,120	43,120	43,120	43,120	43,120	43,120	43,120	43,120	43,120	43,120	43,120	517,440
	92,485	84,270	48,965	39,250	31,882	31,882	51,687	74,095	29,861	34,947	68,856	85,378	673,558
	154,170	144,830	104,690	93,640	85,270	85,270	107,780	133,260	82,970	88,750	127,310	146,090	1,354,030
주택용+일반용													
전기요금	44,390	44,390	44,390	44,390	44,390	44,390	44,390	44,390	44,390	44,390	44,390	44,390	532,680
	89,416	81,248	54,045	44,324	36,963	44,564	63,929	67,026	34,929	40,034	65,824	82,337	704,639
	133,806	125,638	98,435	88,714	81,353	88,954	108,319	111,416	79,319	84,424	110,214	126,727	1,237,319

더구나 일반용 전기요금체계에서는 태양광발전 전기 상계처리도 되지 않아서 지열에너지와 태양광발전이 함께 역할을 해서 제로에너지하우스를 설계하는 것도 어렵다.

제로에너지하우스 보급을 확대하기 위한 별도의 요금체계를 마련하는 것이 필요하다.

4.4 건물부문 에너지 수요관리를 위한 정책 제언

4.1장과 4.2장에서 살펴본 바와 같이, 현재 건물 부문의 에너지 수요관리를 목표로 다양한 정책 수단을 포괄적으로 도입되어 적용되고 있지만, 현실적으로 괄목한 만한 수요절감으로 이어지지는 못하고 있다.

이러한 에너지효율화 격차(Energy efficiency gap)³²⁾는 에너지 가격과 관련된 효율화 투자의 불확실성, 투자가 가능한 자금의 한계, 정보 불균형, 사회적 공감의 부족, 관련 시장의 미성숙 및 기술적 장벽, 분리된 인센티브 문제 등 다양한 원인에 따른 복합적인 결과로 볼 수 있으며, 이를 해소하고 기존 제도의 실효성을 높이기 위해서는, 건물 자체의 에너지 소비 특성이나 에너지효율화 시장과 관련된 이해관계를 건물의 용도 유형별, 소유형태별로 차별화하여, 체계적이고 다각적으로 접근하는 노력이 필요하다.

다음 표 4.4.1은 이 연구의 결과, 건물부문의 실질적인 온실가스 저감 및 에너지 절감을 위해 우선적으로 고려될 수 있는 정책들을 대상, 정책 유형, 시기별로 정리한 것이다.

표 4.4.1 유형별 적용시기별 건물부문 온실가스 감축 정책 개선 방안 제언

대상	정책유형	단기	중기	장기
공공건물	제도적 규제	공공건물 리모델링 로드맵 수립		
		정부 및 지자체 건물 리모델링 의무화 비율 도입	교육시설, 연구시설 리모델링 의무화 비율 도입	공공기관 및 정부출연기관, 공기업 리모델링 의무화 비율 도입
		공공기관 에너지 진단기준 개선 (에너지진단을 생애주기를 통한 효율화 로드맵 수립으로 전환)		
		에너지진단과 건물 유지보수 점검기준 통합 + 생애주기 개념 도입한 건물부문 에너지진단기준 도입		
			10년 이상 노후 공공건축물 유지 보수 계획과 연결한 개별 건축물 효율화 로드맵 수립	
		데이터 센터 에너지효율 평가 기준 마련 및 공공데이터센터 시범 도입 (주기적인 평가 및 결과 공개)	에너지효율화 및 신재생에너지 도입 등을 내용으로 하는 그린 데이터 센터 표준 기준 도입	

³²⁾ 에너지효율화 격차(Energy efficiency gap)는 기술적인 에너지효율화 또는 이로 인한 비용 절감 잠재량에도 불구하고, 실질적인 에너지효율화 수준에는 차이가 나타나는 현상

대상	정책유형	단기	중기	장기
		에너지효율화 신기술 R&D 실증 및 상용화 사업 확대 - 공공건물을 통한 테스트 베드 제공 공공부문 신축 및 리모델링 공사에 에너지효율화 신기술 적용 의무화 (지속적인 제도 개선 필요)		
에너지 성능정보 공개제도	제도적 규제	에너지 성능정보 공개 의무화 대상 확대 임대 및 매매가능 건축물 최저에너지성능제도 도입		
		에너지 성능정보 열람 서비스 접근성 개선 개별건물 에너지 성능정보 현실화 (특히 공동주택)	에너지 성능정보 건축물 대장 등재 에너지 성능정보와 건축물 생애이력관리시스템의 통합 및 향후 효율개선 방안관련 정보 제공	
소규모 건축물 (주택)	제도적 규제	도시재생지역 에너지수급 계획 의무화		
			임대 및 매매 가능 건축물 최저에너지성능제도 도입	
	금융지원 및 인센티브 /시장활성화	에너지 공급자 효율향상 의무화제도를 통한 소규모 건축물 에너지 효율화 목표 비율 할당		
		융자지원 투자회수기간에 따른 상환기간 연장제도 도입 직접보조금 지원제도 도입		
			자금 조달 방안 다양화 - 녹색 채권, 요금 및 세제 등을 통한 자금 조달 방안 등 민간 에너지효율화 펀딩 활성화	
		주택 에너지효율화 리모델링 관련 진단, 설계, 감리비용 지원		
	정보제공 /홍보	지원사업 창구 일원화 및 행정절차 간소화 주택 에너지 효율화 정보공유 플랫폼 활성화 주택 리모델링 진단 컨설팅 지원제도 개선 및 인증된 에너지효율화 리모델링 전문 시공사 양성 건축물 생애이력관리시스템과 통합하여 개별 건물 에너지 효율화 리모델링 로드맵 도입		
			에너지성능정보 공개 의무화 에너지효율화 리모델링 관련 임대차계약제도 개선 임차인 주도 에너지 효율화 리모델링 하자 보증시스템 마련	
소규모 건축물 (근린생활 시설)	제도적 규제	신재생에너지 설치 의무화 제도 도입 인테리어 공사 시 창호 및 출입문 최저성능제도 도입		
			임대용 건축물 최저에너지 성능제도 도입	
	금융지원 및 인센티브/ 시장활성화	에너지 공급자 효율향상 의무화제도를 통한 소규모 건축물 에너지 효율화 목표 비율 할당		
		목표관리제 유연성체제 도입을 통한 소규모 건축물 에너지효율화 인정		
		그린리모델링 민간이자지원사업 등에 상환지원금 제도 도입 융자지원 투자회수기간에 따른 상환기간 연장제도 도입		

대상	정책유형	단기	중기	장기
		직접보조금 지원제도 도입		자금 조달 방안 다양화 - 녹색 채권, 요금 및 세제 등을 통한 자금 조달 방안 등 민간 에너지효율화 펀딩 활성화
			근린생활시설 녹색건축인증제도 및 관련 인센티브 도입	
	정보제공/ 홍보	에너지효율화를 통한 그린비즈니스 모델에 대한 교육 홍보 및 인식제고 활동 지원 에너지경영컨설팅 지원제도 도입		
			에너지성능정보 공개 의무화 에너지효율화 리모델링 관련 임대차계약제도 개선 임차인 주도 에너지 효율화 리모델링 하자 보증시스템 마련	
			근린생활시설 녹색가게 환경마크 도입	
공동주택	제도적 규제	에너지성능정보부동산 거래 시 공개 의무화		
			에너지 성능정보 공개 의무화 대상 확대 임대 및 매매가능 건축물 최저에너지성능제도 도입 건축물 생애이력관리시스템 및 주택법 장기수선계획과 통합하여 개별 건물 에너지 효율화 리모델링 로드맵 도입	
	금융지원 및 인센티브/ 시장활성화		에너지효율화 분양건축물에 대한 분양대상자 용자지원제도 도입 자금 조달 방안 다양화 - 녹색 채권, 요금 및 세제 등을 통한 자금 조달 방안 등 민간 에너지효율화 펀딩 활성화	
		용자지원 투자회수기간에 따른 상환기간 연장제도 도입 민간부문 그린리모델링 이차지원사업 상환지원금 제도 도입 직접보조금 지원제도 도입		
	정보제공/ 홍보		에너지효율화 리모델링 관련 임대차계약제도 개선 임차인 주도 에너지 효율화 리모델링 하자 보증시스템 마련	
		주택 에너지 효율화 정보공유 플랫폼 활성화 주택 리모델링 진단 컨설팅 지원제도 개선 및 인증된 에너지효율화 리모델링 전문 시공사 양성		
	업무시설	제도적 규제	주거용 오피스텔에 공동주택 건축물에너지절약 설계기준 적용	
에너지성능정보부동산 거래 시 공개 의무화			에너지 성능정보 공개 의무화 대상 확대 임대 및 매매가능 건축물 최저에너지성능제도 도입	
			에너지진단과 건물 유지보수 점검기준 통합 + 생애주기 개념 도입한 건물부문 에너지진단기준 도입	

대상	정책유형	단기	중기	장기
		건축 규제완화조건 관련 사후점검제도 도입		
	금융지원 및 인센티브/ 시장활성화	투자회수기간에 맞는 용자상환기간 연장제도 도입 그린리모델링 민간이자지원사업 등에 상환지원금 제도 도입		
			자금 조달 방안 다양화 - 녹색 채권, 요금 및 세제 등을 통한 자금 조달 방안 등	
	정보제공/ 홍보	ICT 기술도입에 따른 에너지사용행동 변화 에너지효율화를 통한 그린비즈니스 모델에 대한 교육 홍보 및 인식제고 활동 지원 에너지경영컨설팅 지원제도 도입		
숙박시설	제도적 규제		숙박시설 환경마크 인증 의무화	
			에너지진단과 건물 유지보수 점검기준 통합 + 생애주기 개념 도입한 건물부문 에너지진단기준 도입	
	금융지원 및 인센티브/ 시장활성화	투자회수기간에 맞는 용자상환기간 연장제도 도입 그린리모델링 민간이자지원사업 등에 상환지원금 제도 도입		
			자금 조달 방안 다양화 - 녹색 채권, 요금 및 세제 등을 통한 자금 조달 방안 등	
	정보제공/ 홍보	환경마크 인증 기준 완화 및 에너지에 특화된 환경마크 제정 호텔 외 콘도미니엄 등 모든 숙박시설 환경마크 인증 활성화 ICT 기술도입에 따른 에너지사용행동 변화 에너지효율화를 통한 그린비즈니스 모델에 대한 교육 홍보 및 인식제고 활동 지원 에너지경영컨설팅 지원제도 도입		
데이터 센터 (연구소 및 대학 포함)	제도적 규제	데이터센터, 대학, 연구소 등의 데이터처리 관련 시설 설치 및 증설 시 에너지 효율화 계획 제출 의무화		
			데이터 센터 에너지 사용량에 따른 신재생에너지 공급 비율 의무화	
	정보제공/ 홍보	데이터센터 에너지효율화 관련 기술개발 지원 확대 데이터 센터 에너지효율화 표준 마련 공공데이터 센터 에너지 효율 벤치마크 시스템 도입		

1) 공공부문의 에너지효율화 리모델링에 대한 선도적인 역할 필요

건물부문의 에너지 사용량 증가추이는 가정 부문에서는 안정세에 접어드는 반면 상업과 공공을 중심으로 꾸준히 증가하고 있다. 특히 2005년 이후에는 공공부문의 연평균 증가율이 7%까지 올라가 가장

크게 증가하고 있는 것으로 나타난다.

공공기관이 직접 관리하고 운영하여 사용하는 공공건물의 경우는 주인-대리인의 문제에서 자유로울 뿐 아니라, 사용자 및 시설관리자, 소유주 모두 정책적 의지에 따라 에너지효율화 동기를 명확히 할 수 있기 때문에, 건물에너지효율화 조치를 위한 현실적인 장애요인이 가장 적다고 할 수 있다. 따라서 정부는 정책적인 의지를 가지고, 공공부문의 구체적인 에너지 효율 개선 리모델링 비율 등을 지정하는 방식으로 에너지 효율 개선의 모범 사례를 제시하고, 효용을 공유할 수 있도록 해야한다. 특히 관련 기술개발을 촉진하고 에너지 효율 개선과 관련한 새로운 시장 형성을 위해서는 이러한 공공기관의 선도적인 역할이 매우 중요하다.

• 공공기관 리모델링 비율 의무화

공공기관의 에너지 전환에 있어서의 공공부문의 선도적인 역할은 대표적으로 EU가 공공건물에 대해 연간 3%의 의무적인 리모델링 비율을 제시한 데에서 찾을 수 있지만, 우리나라에도 유사한 사례가 있다. 바로 신재생 공급 의무화 비율인데, 공공부문은 이 제도를 도입한 후 해마다 신재생에너지 사용비중이 증가하여 2016년에는 전체 에너지 원별 에너지 사용량 중에 전력 다음 두 번째로 신재생에너지가 높은 비중을 차지하게 되었다.

따라서 정부는 공공기관 리모델링에 대한 중장기 로드맵을 수립하고 단계적으로 리모델링 비율 및 면적을 정부 및 지자체 건물에서 교육연구시설, 기타 공공기관 및 정부출연기관, 공기업 등으로 확대해 나간다면, 공공부문 에너지 효율 개선에 가시적인 성과를 이루어 낼 수 있다.

물론 학교 건물의 경우는 초등학교로 갈수록 하교시간이 이르고, 동절기와 하절기의 방학으로 인해 에너지 사용량이 높은 편은 아니기 때문에 단위 투자비용당 에너지효율 개선 효과가 상대적으로 작을 수는 있다. 하지만 학교 건축 역시 패시브 리모델링 비율 의무화를 통해 단계적으로 건물 외피 개선을 함께 진행해 간다면, 미래 세대를 책임지고 나갈 학생들이 조기에 에너지 효율개선 효과를 공감하고, 이를 통해 에너지효율화 리모델링의 사회적 환경적 편익에 대한 공감대 형성에 크게 기여할 수 있다. 실제로 초중등학교 법이나 고등학교 법에 따른 초·중·고등학교의 학교 건물은 2016년 관련법 개정 이전까지 “녹색건축 인증에 관한 규칙” 제 13조에 따라 녹색건축인증을 의무적으로 취득하도록 했었으며, 박아름 (2013)은 2010년 인증기준 개정 이후 인증 취득한 학교는 신재생에너지 이용, 조명에너지 절약, 화장실 소비재 절약, 재활용을 위한 친환경 인증제품 사용, 재활용가능 자원의 분리수거, 생활용 상수 절감 대책, 유해 건축자재 사용 자제, 실내자동온도조절장치 채택 등의 부분에서는 80%이상의 점수를 획득한 것으로 분석했다. 한국환경산업기술원 자료에 따르면, 2002년 이후 2018년 현재 약 1,174개(전체의 약 29%) 학교가 본인증을 취득했고, 이 중 564개학교가 의무 규정에 따른 취득이었다. 이는 법규 폐지 전인 2016년 7월까지 학교 건축 본인증 현황 973건, 전체의 38%과 비교하면 법규 폐지이 후 다소 감소된 결과이다.

반면, 현재의 공공부문 그린리모델링 시범사업은 성과가 매우 미진하다. 다음 표 4.4.2는 그린리모델링 창조센터 홈페이지에 따른 공공건축물 그린리모델링 지원사업 실적이다.

표 4.4.2 공공건축물 그린리모델링 지원사업 실적

구분	사업기획 지원	시공비 지원
2013년	6개 건물에 지원 (24건 신청)	4개 건물에 지원 (45건 신청)
2014년	7개 건물에 지원 (24건 신청)	4개 건물에 지원 (28건 신청)
2015년	그린코치 2건 지원, 그린클리닉 24건 (58건 신청)	5개 건물에 지원 (35건 신청)
2016년	그린코치 1건 지원, 그린클리닉 9건 (24건 신청)	3개 건물에 지원 (27건 신청)
2017년	그린코치 4건 지원, 그린클리닉 10건 (37건 신청)	3개 건물에 지원 (23건 신청)
2018년	그린코치 9건 지원, 그린클리닉 10건 (40건 신청)	2개 건물에 지원 (12건 신청)

2017년 공공건축물 그린리모델링 지원사업 백서의 공공청사 표준 모델 에너지 절감잠재량 분석에 따르면, 500m² 내외 소규모 공공업무시설의 유사모델 8개의 평균에너지 절감율은 약 61.5%이며, 2016년 기준 300-500m² 미만 공공업무시설 578동 중 20-30년 경과 건축물의 약 20%, 약 46,200m²에 대해 리모델링을 시행하고, 평균 절감량 약 280kWh/m²yr을 적용하게 되면 리모델링 통해 연간 약 13 GWh를 절감할 수 있는 것으로 나타난다. 동보고서의 단위면적당 평균 그린리모델링 추정공사비는 1,172천원/m²으로 신축공사비 기준인 약 2,000천원/m² 대비 약 40%의 예산 절감효과도 기대할 수 있다. 이 기준으로 앞서 언급한 20-30년 경과 건축물의 약 20%의 그린리모델링에 필요한 총 예상 공사비용은 약 540억원 규모로, 2017년 청사신축원가회계정보에 따른 전국 지방청사 신축비용 약 1,335억원의 약 40% 수준이다. 따라서, 2020년부터 매년 지방 소규모 공공업무시설을 우선으로 전체 면적의 20%씩 그린리모델링을 의무화하는 것으로 체계적인 로드맵을 수립한다면, 2025년까지는 주민들과의 접점이 가장 많은 소규모 공공업무시설의 경우에는 그린리모델링을 100% 완료할 수 있고, 누적 에너지 절감량은 약 195GWh에 달할 수 있다.

• **공공건물 에너지진단기준 개선 (절감잠재량이 큰 조치에 대한 장기 리모델링 로드맵 수립)**

정부, 지자체 건물, 교육연구시설, 공공기관 등은 정부의 정책적 의지와 관련된 예산 마련이 중요한데, 장기적으로 어떤 건물의 어느 부분에 대해 예산을 투입해서 에너지 효율개선을 하겠다는 계획이 만들어 지지 않으면, 실질적으로 에너지 효율화 조치에 대한 예산 수립이 쉽지 않다. 따라서, 개별 건물들의 에너지 효율화를 위한 예산 수립의 근거를 마련하기 위해서는 장기적인 리모델링 로드맵을 세워, 건물 생애주기를 통해 건물의 유지 관리를 위한 주요 개보수 시기에 절감잠재량이 큰 조치들이

함께 이루어질 수 있도록 해야 한다.

그러나, 현행의 에너지 진단 기준은 에너지다소비사업자나 산업부문에 공통으로 적용하던 내용을 중심으로 이루어져 있어, 건물부문에 그대로 적용하는 데에 한계가 있으며, 단순히 투자회수가능성에 기초해서 평가하고 반복적으로 진단하는 형태로는 주기적인 설비 개체는 이루어 질 수 있어도, 건물의 수요관리를 통한 근본적인 에너지효율개선으로 연결되기에는 한계가 있다.

표 4.4.3은 에너지 다소비사업자를 대상으로 한 에너지 진단 항목³³⁾과 공공건축물 그린리모델링 지원사업 백서에서 진단된 그린리모델링 진단 항목을 비교한 것으로 에너지진단 항목은 대규모 시설에 설치될 수 있는 설비 중심으로 구성되어 있고, 건물 이용자의 편의사항이나 건물의 생애주기와 관련된 시설안전, 노후도 등에 대한 평가 등은 반영될 수 없는 구조이다. 따라서, 건물 구조체의 생애주기와 시설설비의 생애주기가 다름을 감안할 때, 에너지 효율화를 위한 진단은 생애주기 맞춤형 건강검진처럼 정기적인 건물에너지 진단과 생애주기 전환형 건물 리모델링 진단으로 이원화 하여 시행할 필요가 있다. 이 때, 정기적인 건물에너지 진단은 종래의 방식처럼 주기적인 관리가 필요한 시설설비에 대한 점검이 주요 내용이 될 수 있는 반면, 생애주기 전환형 건물 리모델링 진단은 생애주기 전환형 암건진 등과 같이 건물의 노후도와 재실자의 수요변화 등에 따라 건물의 구조, 기능, 재실자 환경 등을 총체적으로 점검하여 체계적인 에너지 효율 개선이 이루어질 수 있도록 리모델링 시기와 계획 수립의 근거를 마련하는 것으로 20년 정도의 긴 주기로 시행할 수 있다. 투자회수기간의 개념도 정기적인 건물 에너지 진단에서는 개별 사업을 중심으로, 5년 또는 10년 이내에 자금회수가 가능한 사업들을 주요 고려 대상으로 볼 수 있겠지만, 생애주기 전환형 건물 리모델링 진단은 시설의 장기적인 효용가치, 건물의 수명, 재실자 쾌적성 및 만족도를 총체적으로 반영하여, 투자회수기간은 길어도 총 절감잠재량이 큰 조치들을 고려할 수 있다. 특히 그린리모델링의 경우, 가설 및 기타 부대비용의 지출을 줄이기 위해서는 생애주기와 연관된 리모델링 기회를 최대한 이용하여 에너지 효율개선을 함께 진행할 수 있도록 하는 것이 중요하다.

표 4.4.3 기존 에너지진단 기준과 그린리모델링 진단 기준의 비교

진단기준		에너지진단	그린리모델링 진단
건축물	외피	• 각 구조체 열관류율 산출	• 각 구조체 열관류율 산출 • 대표 벽체 벽체 열관류율 측정 • 창호 유리 및 광학성능 측정 • 열화상 카메라 취약부위 점검 • 기밀성능 Blower Door Test
	공간	• 각 구획 구성의 적정성	• 이용자 만족도 조사
	에너지 성능	• 건물 냉난방 부하 산출 및 열원시설 적정용량 평가	• 냉난방, 급탕, 조명, 환기 에너지 소요량 평가
	재실자	(-)	• 온열 및 실내환경, 공기질 만족도 조사

33) 에너지진단 운용규정 [별표1] 에너지진단의 범위와 방법

진단기준		에너지진단	그린리모델링 진단
	쾌적성 /실내 환경		- 온습도, 기류, PMV 샘플 측정 - 소음 샘플측정 - 조도 샘플측정 - 일산화탄소, 이산화탄소, VOC 포르알데히드, 라돈 등 실내공기오염물질 측정
	구조 안전/ 노후도	(-)	- 외벽 크랙 조사 - 창호 노후도 및 개폐방식 - 출입문 기밀 및 방풍설 설치여부 - 지붕 노후도 - 단열 및 방수성능
난방 및 급탕설비		- 보일러 등 열전환 시설의 관리상태 및 성능시험 - 급수, 연료공급 및 연소 계통 관리 - 열전환방식 및 계통 - 배관시설의 시스템 및 보온상태 - 증기트랩 및 응축수 회수이용 - 급탕시설 등 열교환시설의 효율향상 방안 - 급탕부하 신재생시스템 적용방안	- 열전환기기 사용실태 및 장비 노후화로 인한 성능저하 점검 - 냉난방 공조기기 에너지 사용량 및 경과연수 점검 - 조명기구 현황 파악
냉방 및 공조설비		- 냉방기기 성적계수 및 성능시험 - 설계사양 및 실부하 비교 분석 - 공조기 급배기 분석 및 환기설비 부하 측정 - 냉방 및 공조설비 운전관리 및 가동상태 분석	
수배전 설비		- 수변전설비 통합관리 - 배전설비 운전관리 - 최대수요 및 역률 분석	
동력설비, 조명설비 및 기타		- 동력시설의 적정용량 및 이용실태 - 램프, 안정기, 반사갓 등 조명시설 - 승강기 등 운행방식 합리화 - 각종 절전장치의 적용 가능여부 - 폐열회수, 재활용 등 신재생시스템 적용방안 - 에너지시스템 합리화 방안 - 중장기 에너지절약 대책 수립	
에너지 관리기준		- 에너지관리 담당조직 운영 및 사용실태 기록 - 인버터, 전동기, 펌프, 보일러, 조명, 창세트 등 에너지기자재 설치 현황 - 열발생설비 개별 연료사용량 계측, 공기비기준 점검, 배가스 온도 기준 점검, 폐열회수기 설치 등 - 냉동기 열원 및 냉각수, 냉수 제어 - 공조설비 풍량제어 및 배열회수기 설치여부, 환절기 외기취입 혹은 이코노마이저 시스템 도입여부 - 빌딩자동화시스템 설치여부 - 공조구역 분리여부 - 배전 및 동력설비 수전역률 - 조도자동조절 조명기수 - 승강설비 군관리방식 및 버튼 취소기능 설치 여부	에너지사용량 분석

• 공공기관 데이터 센터 에너지효율화 계획 수립

현재 공공부문 데이터 센터는 기존 시설에 대한 고려없이 추가로 전산시설을 도입하여 사용하고 있기 때문에, 3.1절의 그림 3.1.7-6에서 살펴본 것과 같이, 민간의 데이터 센터와 비교해서도 전력사용 효율지수(PUE)가 1.5배 이상, 해외 선진국들의 선지 데이터 센터 대비해서는 거의 3배이상 높아 에너지효율에 개선여지가 큰 것으로 나타나고 있다.

2018년 2월 8일 전자신문 기사에 따르면, 2017년 행안부가 중앙과 지방행정기관, 공공기관 등 667곳 대상으로 데이터 센터 운영현황을 조사한 결과 지방자치단체 데이터센터 구축 운영 비율이 52.9%로 가장 많았고, 중앙행정기관과 중앙행정기관 산하기관은 18.3%, 지자체 산하기관은 10.5% 비율을 차지했다고 한다. 또한 분야별로는 교육이 26.1%, 행정자치가 21.8%, 과학기술 정보통신 기술이 12.0% 순이었으며, 100m² 미만 소규모 전산실을 운영하는 곳이 절반을 넘긴 51.9%, 100~300m² 미만 중형 전산실이 약 33.1%, 300~500m² 미만 5.8%, 500m² 이상은 4.9%에 그쳤다³⁴⁾.

공공부문 데이터 센터의 에너지효율이 낮은 이유는 이렇게 공공기관 데이터 센터들이 지방 행정 중심으로, 데이터 센터의 에너지효율을 증진할 수 있는 적절한 환경을 갖추지 못하고, 전산실 형태의 소규모 산발적으로 증가하는 데에서 찾을 수 있기 때문에, 단기적으로는 공공부문 데이터 센터 에너지 효율화를 위해서는 소규모 전산실들의 통합운영 등 규모 및 시설의 합리화를 모색하는 것이 필요하다.

또, 중장기적으로는 인프라 개선을 위한 단계적인 관리 계획 수립을 통해, 공공부문의 데이터센터가 에너지 효율관리 및 관련 기술 확보를 위한 테스트 베드를 제공하고, 관련 그린 ICT 산업을 육성하는 선도적인 역할을 수행할 수 있도록 해야 한다.

• 공공건축물 리모델링 및 신축 시 건물 에너지효율화 관련 신기술 적용 의무화

에너지효율화 관련 신기술뿐 아니라 일반적으로 건설신기술이 시공현장에 적용되는 데에는 하자 문제에 민감한 건설현장의 특성으로 인해 여러 제도적 사회적 관습적 장애들이 있어왔다. 국내에서도 공공부문 건설신기술 적용 활성화에 대한 목소리는 꾸준히 있어왔으며, 의무적용이나 분리발주 등 다양한 제도 개선 노력도 있어왔지만, 김나영 외 (2018)은 건설신기술 사용 현황이 매우 저조하고 인증 후 한번도 활용되지 않은 기술들이 2014년 33%, 2015년 35%, 2016년 64%까지 달함을 지적하고 있어, 건설신기술이 공공건축물의 선도적인 사업 등을 통해 경제성, 안전성, 현장적용성을 검증받고 타 건설현장에 적용될 수 있는 기회를 열어줄 수 있도록 관련 제도를 꾸준히 정비할 필요가 있다.

특히, 건물 에너지 효율화를 활성화하고 관련 시장을 확대하기 위해서는 고단열, 고기밀, 열교차단

³⁴⁾ <http://www.etnews.com/20180207000266>

등과 관련된 건물 에너지 요구량 저감 공법과 고효율 건축물에 최적화된 설비기술, 건물에너지 관리시스템, Prefab 공법 등 비용을 낮추고, 시스템을 최적화하는 다양한 건축설비 관련 기술들의 개발을 장려하고, 검증하여, 새로운 기술 표준으로 확산시키는 과정이 반드시 필요하다. 공공건물은 테스트 베드의 역할을 통해 새로운 기술이 시장에 보급되는 과정에서의 장벽을 낮추는 역할을 해야 하며, 이러한 의미에서도 공공건물의 선도적인 역할이 매우 중요하다고 볼 수 있다.

일본에서 중앙 정보나 지방 건설국 단위에서 건설현장의 수요에 의해 개발된 신기술을 특정현장에 적용하고 검증하여, 타 건설현장으로 기술 전파를 촉진하도록 하는 신기술 시범 사업 제도나 공공 부문이나 공사 등에서 신기술 활용시스템을 체계화한 사례는 참고할만 하다.

오스트리아의 경우에는 혁신지원 공공 조달 제도를 통해 에너지효율화 기술의 확산을 장려하고 있으며, 연구개발과정에 있는 상용화 이전 단계의 기술 및 상품에 대한 조달 (PCP: pre-commercial procurement)과 기존 조달제도를 활용한 상용화된 혁신기술에 대한 조달 (PPI: Public procurement of innovative solutions)제도로 구분하여 지원하고 있다. 이 과정에서 정부의 역할은 신기술을 도입하여 초기 시장을 형성에 기여하는 것뿐 아니라 공급자에게 향후 가장 중요한 기술적 수요가 어디에 있는 지에 관한 기술개발의 방향성을 제공하고, 공급자들도 어떤 기술들이 수요자에게 더 큰 효용을 가져다 줄 수 있는 지에 대한 정보를 상호간에 교환하는 역할을 하고 있다. 특히 PCP 영역에 대한 시범프로젝트의 중요성을 강조하고 있는 데, 사회적으로 중요하지만 적절한 대안이 시장에 많지 않은 에너지효율화와 같은 분야에 새로운 종류의 해결방안을 모색하는 지렛대의 역할을 할 수 있다고 보기 때문이다.³⁵⁾ 2014년 오스트리아 정부는 역사적인 건물의 냉난방 기술에 대한 150,000EUR 규모의 PCP 1차 입찰공고를 하였고, 정부건물을 통해 기술 개발 후 향후 다른 문화재 건물들에 적용할 수 있도록 하는 것이 목적이다. 또, 2013년부터는 혁신기술의 공공조달에 대한 모니터링 시스템을 구축하고, 그 효과를 검증하는 작업을 의무화 하고 있으며, 이를 통해 에너지효율화 부분의 시범건물에 대해 건물의 품질과 사용자들의 수용성에 대한 점검이 이루어지고 있다.

이 외에 에너지 효율화 신기술의 적용을 장려하기 위해 신기술 분류 체계의 개편도 필요해 보인다. 국토교통과학기술진흥원의 신기술 검색 분류기준에 따르면, 건설교통과 관련된 분류 내에 건설환경설비기술, 시설물 안전 유지관리기술, 달리 분류되지 않는 건설/교통 등에 에너지효율화 관련기술들이 관련되어 있기는 하지만, 다른 건설기술과 구분되지 않고, 어떤 기술이 에너지효율화에 어느 정도나 기여할 수 있는 지에 관한 정보를 얻기 어려운 한계가 있다.

2) 에너지성능정보공개제도 개선

에너지성능정보 공개제도는 2015년 개정 이전에 에너지소비증명제도라는 이름으로 EU의 에너지 성능인증서 (EPC: Energy Performance Certificate)처럼 모든 부동산 거래에 의무적으로 에너지소비

³⁵⁾ BMVIT and BMWFJ (2012), Leitkonzept für eine innovationsfördernde öffentliche Beschaffung(IÖB) in Österreich, BMVIT and BMWFJ, wien, austria

증명서를 증빙하는 것을 목표로 단계별로 확대하여 시행되어 오다가, 2015년 본격적인 시행에 앞서, 관련업계의 반발에 부딪혀 모든 부동산 거래에 의무적으로 증빙하는 데에서 에너지 성능정보를 공개할 수 있는 수준으로 축소 개정되었다.

• 에너지평가서 발급 의무화 및 대상확대

개별 건물의 에너지성능정보를 정확하게 인지하고 그 가치를 기초로 에너지 성능을 시장 가격에 반영할 수 있도록 하는 것은 임차인과 임대인, 매수자와 매도자 사이에 발생할 수 있는 정보 불균형을 해소하기 위한 첫걸음이며, 에너지성능개선이 건물의 가격에 반영될 수 있는 전제조건이다.

에너지평가서는 소비자가 계약 전에 미리 인지하기 어려운 해당 건물에서 필요한 냉난방 에너지 사용량 등을 예상할 수 있도록 함으로써, 효율이 좋은 건물에 대한 선호도를 높이고, 그 가치를 평가할 수 있도록 하는 객관적인 근거가 될 수 있다. 따라서, 에너지 평가서의 발급을 의무화하고, 모든 부동산 거래에 증빙 될 수 있도록 함과 동시에, 현재의 정보공개제도 대상도 300세대 이상의 공동주택과 (오피스텔을 제외한) 3,000m² 이상의 업무시설 더 작은 규모의 시설 및 다른 용도 군으로 점진적으로 확대해 갈 필요가 있다. 특히 공동주택과 업무시설의 경우는 임대인-임차인의 딜레마가 자주 발생하는 건물 용도군인데, 실질적인 문제의 대부분이 강화된 건축규제의 적용을 받는 300세대 이상의 공동주택 (실질적으로 연면적 최소 10,000m² 이상의 대단위 단지) 보다는 더 작은 규모의 공동주택으로 대상이 확대되어야 정책의 실효성이 체감적으로 증가할 수 있다. 또, 최근의 오피스텔이 대부분 주거전용으로 건축되고 사용된다는 점에서 에너지 평가서 발급대상 업무시설에서 제외되어 있는 오피스텔 역시 조기에 의무발급 대상으로 포함되어야 한다.

에너지 평가서의 발급과 에너지 성능정보 공개제도의 활성화는 해당분야의 전문인력 양성과 일자리 창출과도 밀접한 관련이 있는 데, 현재 2015년 에너지소비증명제도의 확대시행을 목표로 배출되어 왔던 에너지 평가사는 제도가 유명무실하게 됨에 따라 역할이 불분명해졌고, 관련 분야의 적극적인 활동이나 신규 인력 유입으로 연결되지 못하고 있는 상황이다. 이러한 정책적 혼선은 관련분야 전문가들의 건축물 에너지효율화 분야에 대한 관심을 높이는 데에 부정적인 영향을 미칠 수 있으며, 향후 이 분야에서 필요한 신규 전문 인력의 육성을 지연시키는 결과가 될 수 있다.

• 개별 건물의 현실적인 에너지성능정보 제공

에너지평가서 발급을 통한 에너지 성능정보를 공개하는 것 외에도, 에너지 평가서가 현실적이고 정확한 정보를 전달하는 것은 매우 중요한 부분이다. 그러나, 현재 공동주택 에너지 평가서의 경우, 건물에너지 성능개선의 효과가 전혀 반영되기 어려운 형식으로 발급되고 있기 때문에, 이 부분의 개선이 시급하다.

당초 에너지 소비증명제도가 확대 실시될 경우, 개별 공동주택에 대해 세대별로 차별화된 에너지평가

서를 발급하는 것으로 거론되었지만, 현재 발급되고 있는 에너지 평가서는 건물에너지효율등급에 기초한 건물에너지 성능정보와 에너지사용량 정보 모두 단지 내 세대별 평균 에너지 사용량을 기초로 한 단지 내 평균값을 등재하고 있어 개별 주택의 에너지 성능을 표시하지 못하고 있다. 이에 따르면 최상층과 중간층, 최하층 세대의 건물에너지효율등급이 모두 동일하고, 당해세대가 창호교체를 통해 에너지 효율을 개선하더라도, 건물에너지효율등급이나 에너지 사용량 모두에서 아무런 변화가 등재될 수 없다. 오히려 개별 난방하는 아파트에서 각 세대의 실제 에너지 사용량을 표준 사용량 대비 에너지 사용량 비율로 평가하여 A, B, C, D, E 등급에만 다소 반영될 수 있기 때문에, 에너지 효율이 높은 세대보다는 식구수가 적거나, 하루 중 거주 시간이 짧은 세대들이 유리한 등급을 받을 수 있는 상황이다.

다음 표 4.4.4는 지역난방, 도시가스 중앙난방, 도시가스 개별난방을 하는 세 아파트의 에너지 평가서를 최상층, 중간층, 최하층 가구로 나누어 비교한 것이다. 지역난방 및 중앙난방, 개별난방의 세 사례는 모두 건물에너지효율등급이 아닌 단지내 세대별 평균 사용량을 기준으로한 에너지 사용량을 근거로 건물에너지 효율등급을 평가되도록 하였으며, 지역난방과 중앙난방의 아파트에서는 건축물 연간 에너지사용량 등급에 세대별 위치에 따른 차이가 전혀 없었고, 도시가스 개별난방을 한 아파트만 최하층에 에너지 소비가 적었던 것을 기준으로 약간 우수한 등급을 받은 것으로 나타났다.

표 4.4.4 공동주택 난방유형별 위치별 사례 에너지 평가서 비교

공동주택 - 열병합 지역난방

142/181

건물유형별 맞춤형 수요관리 방안

- 공동주택 에너지성능정보공개제도의 문제점
 - 공동주택 에너지성능정보 - 단지내 세대별 평균 에너지사용량을 기초로한 단지의 값
 - 개별 주택의 에너지성능을 표시 하지 못하므로 개별세대 에너지효율화 리모델링에 대한 동기부여효과 없음
 - 공동주택 (아파트) 에너지성능정보공개 예: 중앙난방 (지역난방) 사례

D아파트 101동 101호

구분	단위	연간 에너지 사용량	에너지 효율 등급
난방	kWh/㎡·년	115.2	C
냉방	kWh/㎡·년	115.2	C
전력	kWh/㎡·년	115.2	C
합계	kWh/㎡·년	345.6	C

국토교통부 한국에너지공단

D아파트 101동 901호

구분	단위	연간 에너지 사용량	에너지 효율 등급
난방	kWh/㎡·년	115.2	C
냉방	kWh/㎡·년	115.2	C
전력	kWh/㎡·년	115.2	C
합계	kWh/㎡·년	345.6	C

국토교통부 한국에너지공단

D아파트 101동 1801호

구분	단위	연간 에너지 사용량	에너지 효율 등급
난방	kWh/㎡·년	115.2	C
냉방	kWh/㎡·년	115.2	C
전력	kWh/㎡·년	115.2	C
합계	kWh/㎡·년	345.6	C

국토교통부 한국에너지공단

맞춤형 건물에너지 수요관리 제도 개선방안

에너지전환포럼 추 소 연 (RE도서관측)

공동주택 - 도시가스 중앙난방

143/181

건물유형별 맞춤형 수요관리 방안

- 공동주택 에너지성능정보공개제도의 문제점
 - 공동주택 에너지성능정보 - 단지내 세대별 평균 에너지사용량을 기초로한 단지의 값
 - 개별 주택의 에너지성능을 표시 하지 못하므로 개별세대 에너지효율화 리모델링에 대한 동기부여효과 없음
 - 공동주택 (아파트) 에너지성능정보공개 예: 중앙난방 (도시가스) 사례

K아파트 12동 402호

K아파트 12동 102호

K아파트 12동 802호

맞춤형 건물에너지 수요관리 제도 개선방안 에너지전환포럼 추 소 연 (RE도시건축)

공동주택 - 도시가스 개별난방

144/181

건물유형별 맞춤형 수요관리 방안

- 공동주택 에너지성능정보공개제도의 문제점
 - 공동주택 에너지성능정보 - 단지내 세대별 평균 에너지사용량을 기초로한 단지의 값
 - 개별 주택의 에너지성능을 표시 하지 못하므로 개별세대 에너지효율화 리모델링에 대한 동기부여효과 없음
 - 공동주택 (아파트) 에너지성능정보공개 예: 개별난방 (도시가스) 사례

H아파트 1401동 102호

H아파트 1401동 302호

H아파트 1401동 803호

맞춤형 건물에너지 수요관리 제도 개선방안 에너지전환포럼 추 소 연 (RE도시건축)

· 에너지평가서 열람 간편화 - 건축물 대장 등 활용

에너지성능정보의 열람을 간편화하는 것도 필요하다. 현행 법령 상 부동산 거래에 에너지 성능정보를 공개할 수 있다고 규정하고 있지만, 현실적으로 이 정보에 대해 접근하는 데 어려움이 있다면, 제도는 유명무실해 질 수 밖에 없다.

현재 에너지성능정보공개제도를 구글, 네이버, 다음, Bing 의 네곳의 포털사이트에 ,에너지성능정보', ,에너지성능정보 열람', ,에너지성능정보 공개제도', ,에너지평가서' 등으로 검색을 했을 때 에너지성능정보를 열람할 수 있는 사이트가 바로 검색되어 연결되는 경우는 한 건도 없었으며, '에너지평가서'로 검색할 경우, 정부 24를 통해 다시 녹색건축포털 그린투게더(www.greentogether.go.rk)로 링크되고, 여기서 또다시 별도의 배너를 찾아야만, 해당 사이트로 재링크하여 접근할 수 있거나, 직접 해당 사이트의 주소를 이미 알고 있는 경우에만 접근이 가능하다. 이는 이미 정확히 에너지 성능정보 공개제도의 위치와 내용을 알고 있는 경우가 아니면 접근이 어렵다는 것을 의미하고, 이마저도 맥 등 몇몇 컴퓨터의 사용환경에 따라서는 연결이 차단되어 있는 상황이다.

따라서 일차적으로 정부 24에서 직접 에너지성능정보 열람이 가능하도록 하는 등 누구나 쉽게 접근할 수 있도록 개편하는 것이 필요하며, 장기적으로는 건축물 대장에 등재하는 방식으로 부동산 거래가 있을 때 연면적이나 건축면적, 허가년도, 주구조와 같은 부동산에 대한 기본 정보처럼 이 건물에 대한 에너지 성능이 자연스럽게 공개되고 검토될 수 있도록 제도 개선이 필요하다.

• 에너지평가서와 건축물 생애이력관리시스템의 통합과 효율개선방안 제시

장기적으로 에너지 평가서가 제도적으로 정착된다면, 이를 건축물 생애이력관리시스템과 연결하여 관리하는 것이 필요하며, 건물 생애주기에 따라 에너지 효율 개선 시기나 방법, 효율화 우선순위 등에 대한 건물 별 가이드라인이 에너지평가서를 토대로 제시될 필요가 있다.

4.2장에서 살펴본 것과 같이, 영국의 에너지 성능인증서 (EPC: Energy Performance Certificate)나 독일의 헤센이나 함부르크 주의 에너지패스, 독일에서 2017년부터 시행하고 있는 개별 건물 에너지효율화 리모델링 로드맵 등은 좋은 참고사례가 될 수 있다.

영국의 EPC의 경우, 단순히 현재의 에너지 성능만을 표시하는 것이 아니라 비용 효율적인 에너지 효율화 조치와 이를 통한 절감잠재량 및 절감 비용 등을 제시함으로써 에너지 평가서가 단순히 현재의 에너지 성능정보를 제공하는 데 그치는 것이 아니라 에너지 효율 개선으로 연결되기 위해 필요한 정보들을 제공한다.

독일 헤센 주의 에너지 패스는 에너지 진단비용 절감을 위해 건물 소유주가 직접 건물에너지 관련 정보를 수집하고, 집의 치수를 측정하는 등의 방식으로 참여하며, 주정부가 전문가 활용 비용의 절반을 부담하여 개인당 약 5만원 정도의 비용으로 별도로 발행되는 에너지 성능인증서이다. 이 에너지 패스의 경우에는 단순히 현재의 에너지성능이나 사용량을 표시하는 데 그치지 않고, 단열이나 설비 등 주요 부분의 부분별 성능도 평가하며, 현재 지불되고 있는 에너지 비용의 생애주기를 통한 누적비용을 제시함으로써 에너지 효율화 개선에 에너지 비용 절감을 통해 접근할 수 있는 가용 예산 규모도 제시한다. 무엇보다 6가지 우선 개선되어야 할 사항들을 추천하고, 개별 조치별 에너지 절감효과와 소요 비용, 에너지비용 절감효과 등을 평가한다.

독일의 개별 건물 에너지 효율화 리모델링 로드맵 (iSFP: individuelle Sanierungsfahrplan)은 2050년까지 문화재를 제외한 거의 모든 건물의 에너지효율화 리모델링을 통한 건물부문 온실가스 배출의 80%를 줄이는 CO₂ 건물 리모델링 프로그램을 구체화하기 위해 개별건물 소유주의 예산계획이나 건물의 생애주기, 지원금액 등에 따라 단계별로 에너지효율화 잠재량을 최대한 활용할 수 있는 리모델링 장기 계획에 관한 정보를 제공한다.

• 부동산 매매 가능 최저에너지성능제도 도입

임대를 목적으로 한 건물들은 분리된 인센티브로 인해 에너지 효율화 투자가 임대수익에 직접적인 영향을 주지 않는 한은 여러 가지 금융지원이나 다른 인센티브 정책들이 효과를 내기가 쉽지 않다. 그러나 냉방과 난방에 대한 권리, 쾌적한 환경에서 거주할 주거권을 기본권으로 생각한다면, 불특정 다수가 거주하게 될 임대를 목적으로 하는 건물의 에너지 효율에 대한 최저성능기준이 도입되는 것은 타당하다.

4.2장에서 살펴본 바와 같이 영국은 최소에너지효율 기준(MEES: Minimum Energy Efficiency Standard)을 도입하고, 2018년 4월 이후 최소 등급인 E 등급 아래의 F와 G 등급의 건물에 대해서는 매매 및 임대를 금지하였다. Meadows (2018)³⁶⁾에 따르면, 영국에서 A/B 등급의 건물의 경우 연간 평균 에너지 비용이 750파운드 수준인데 반해, G 등급의 건물은 평균 2,860파운드로 연간 평균 2,110 파운드(약 300만원) 나 차이가 나는 것으로 나타나, 임대용 주택의 주거환경적 가치나, 냉난방 권에 중요한 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

그러나 임대건물의 최소에너지효율기준을 도입하기 위해서는 먼저 모든 건축물에 대한 성능정보체계의 구축이 전제되므로, 국내에서는 먼저 부동산 거래에 있어서 에너지성능정보 공개를 의무화와 단계적인 대상 확대가 선행되어야 하고, 이를 토대로 중장기적인 도입이 검토되어야 한다.

3) 소규모 건축물 에너지효율화 지원 강화 - [주택부분]

500^{m2} 이하의 소규모 건축물은 전체 건물 동수의 85% 이상, 신축건물 중에서도 동수의 약 85%를 차지하고 있다. 이들의 대부분은 저층주거지의 단독 다가구 주택과 근린생활시설로 이 두 용도의 건물에너지 소비는 전체 건물 에너지 소비의 약 41%에 해당한다. 반면, 현재 이 건물에 적용되고 있는 에너지효율화 기준은 신축 및 대수선 건물에 대한 단열기준 정도이며, 주택의 전기요금 누진제를 제외하면, 소규모 기존 건물의 에너지사용량을 체계적으로 관리할 수 있는 기준은 제한적이다.

먼저 소규모 건축물, 특히 소규모 주택 부분의 에너지효율화 리모델링 시장의 활성화를 위한 금융지원 정책들은 그린리모델링 민간부분 이자지원사업을 중심으로 이루어지고 있다. 이자지원정책은 기본적으로 에너지효율개선의 의지는 있지만, 초기자금조달의 문제가 있는 이해관계자를 대상으로 유효한 제도이며, 분리된 인센티브 문제로부터 자유로운 자가용 주택 소유자들이 이에 해당한다. 하지만, 진미윤 (2016)은 고령층이 거주하는 주택 3채 중 1채가 20년 이상 경과된 것으로 분석하면서, 60대 이상 자가 고령층은 아파트에 42.2%, 단독 37.8%, 다가구 10.2%, 연립 및 다세대 6.9% 순으로 거주하고 있는 데, 이 중 20년 이상 경과연수 주택 비중은 단독이 77%, 다가구의 경우 78.6%로 심각한 것으로 보고 하고 있다. 또, 추소연 외 (2018)는 설문조사를 토대로 자가용 주택 중 노후도가 심각한 저층주거지 단독 다가구 주택의 소유자들은 대부분 은퇴한 노년층으로 해당 주택에서 일정한 수입이 없는 상황에서 상환 능력이 제한되고, 따라서 융자지원정책에 대한 수용성은 매우 낮은 것으로

³⁶⁾ <https://www.telegraph.co.uk/investing/buy-to-let/new-energy-efficiency-rules-landlords-use-five-quick-fixes-meet/>

보고 하고 있다.

임대용 주택의 경우에는 분리된 인센티브 문제가 있기 때문에 단순한 금융지원만으로 유인하기에는 더욱 한계가 있으며, 낮은 에너지요금과 긴 투자회수기간, 가격 변동성 등으로 인한 에너지효율화 투자에 대한 위험도와 에너지효율화 리모델링에 따른 임대료 반영이 어려운 현실은 저층주거지의 임대용 주택과 자가용 주택 사이의 주거환경의 차이를 발생시키는 원인이기도 하다.

융자지원의 상환기간에도 문제가 있다. 소규모 노후 건물의 가장 큰 문제는 단열과 기밀성능이 떨어져 동절기와 하절기에 지불가능한 에너지 비용 내에서 쾌적한 실내환경을 유지 하기 어렵고, 결로나 곰팡이 등으로 인해 실내 거주 쾌적성이 저하되는 부분이다. 이러한 문제점을 근본적으로 해결하기 위해서는 투자회수기간이 상대적으로 짧은 보일러 교체 공사나 LED 조명 교체와 같은 시설 설비 대체 보다는 투자회수기간이 10년이상인 단열공사, 창호교체 공사 등의 건물 요구량 저감 공사가 이루어져야 하는 데, 정부와 지자체에서 시행하고 있는 그린리모델링 지원사업이나 서울시 BRP 사업, ESCO 사업들모두 상환기간이 채 10년이 되지 않아 자기부담의 목돈 없이 에너지효율화 투자를 유지하는 데에 무리가 있다.

현장의 시공 전문 인력 확보도 큰 문제 중 하나이다. 저층주거지 노후 주택의 경우에는 에너지효율화 관련 기술력을 확보하고 있는 종합건설면허가 있는 시공사들은 공사규모가 작기 때문에 상대적으로 수익성은 떨어지고, 하자보수와 관련된 책임 문제만 발생할 수 있어 시장진입을 꺼려하는 것이 현실이다. 반면 기존의 현장 시공기술자나 동네 설비 기술자들은 현재도 일거리가 충분하고 고소득이 보장되는 상황이기 때문에, 종래에 해 오던 업역 이나 시공방식 외에 추가적인 리스크를 가지고 업역을 넓히고자 하는 의지가 적으며, 에너지효율화에 대한 이해나 공감대 형성도 낮은 편이다. 따라서, 건축주가 단열 등에 대해 의지를 가지더라도 현장 인력이 뒷받침되지 않아 에너지효율화가 실현되지 못하는 경우도 빈번하다.

아래는 표 4.4.5는 추소연 외(2018a)에서 저층주거지 노후주택 개선을 위한 설문조사 결과를 토대로, 에너지효율화와 관련된 이해관계자와 주 이해관계를 정의하고 각 이해관계자가 의사결정에 미치는 영향력과 효율화 동기 및 장애요인을 재정리한 것이다.

표 4.4.5 기존 단독 및 다가구 주택 에너지 수요관리 관련 이해관계자 분석

이해관계자	주 이해관계	영향력	효율화 장애요인	효율화 동기
소유주	거주환경개선 에너지비용절감 부동산가치향상 및 임대수익 증가	직접적인 최종 의사결정권자	저층주거지 단독주택 소유주의 노령화 및 경제적 취약성 (임대소득에 의존)	거주쾌적성 에너지비용절감 건물수명연장 임대수익증가
임차인	거주환경개선 에너지비용절감	임대여부 결정권	임대료인상에 부정적 임대기간 보증안됨	거주쾌적성 에너지비용절감
시공사 (종합건설업자)	공사수주 이윤창출	기술컨설팅	수익성이 떨어짐	공사규모확대
현장시공기술자/ 동네설비기술자	공사수주 이윤창출	기술컨설팅	에너지 효율화 에 대한 낮은 이해도 및 의지부족	(현재 일거리 많고 고소득) → 신규전문인력양성
에너지효율화 기술 판매 및 시공자	시장확대 이윤창출	마케팅	규모가 작고 복잡한 시장 시공난이도/하자분쟁	시장확대
건축가/ 엔지니어	계약수주 이윤창출	기술컨설팅/감리	설계 컨설팅 비용 부족	설계컨설팅 비용 보장
허가권자 (정부/지자체)	온실가스감축목표달 성 지역환경관리	인허가권 지원제도 운영	관련법 예산 인력부족 리모델링 신고미비	인허가의무
에너지공급자	에너지공급 기업이윤극대화	- 에너지효율화 의무할당 시 사업시행주체	에너지사용이 매출수익	인프라운용비용 축소 에너지효율화 의무 할당
투자자 및 금융사업자	수익률 극대화	자금조달	장기 투자회수기간에 따른 리스크 증가	투자회수에 대한 보장 확실한 수익률

이외에도 추소연 외(2018)은 노후 건축물 등에 대한 지원정책들이 중앙정부 부처 및 지자체 별로 산발적으로 운영되고 있고, 통합적으로 정보를 얻을 수 있는 통로가 없어, 설문조사에 응한 시민들 대부분이 태양광지원사업을 제외하고는 관련 정보에 대한 인지도가 낮음을 지적했으며, 행정주체별 지원방법 및 절차, 지원시기 등도 모두 달라, 통합적으로 이루어져야 하는 리모델링 공사에 서로 보완적인 효과를 갖기 어렵다고 분석했다.

따라서 소규모 주택의 에너지효율화 및 주거환경 개선에 대한 수요와 에너지효율화 실현 성과 사이에 나타나는 에너지 효율화 갭 (energy efficiency gap)을 극복하기 위해서는 실효성 있는 자금 지원체계 마련, 번들링을 이용한 공사 규모 확대와 비용저감, 관련 전문인력의 양성, 정확한 정보제공, 관련 서비스의 간소화 등이 선행되어야 한다.

다음은 소규모 건축물 중 특히 주택부문의 에너지효율화를 위해 단기 및 중장기적으로 고려할

수 있는 정책들이다.

• 에너지공급자 효율 향상 의무화 제도 대상을 소규모 건축물 효율화로 확대

전통적으로 발전, 송배전, 전력소매, 가스 및 석유, 지역난방 등의 에너지 공급자의 주요 업무는 에너지의 안정적인 공급과 판매로 인식되어 왔지만, 기후변화와 화석에너지 고갈과 같은 전 지구적 에너지 위기는 에너지 서비스의 정의를 고객의 합리적인 에너지 소비를 지원하는 방식으로 전환할 것을 요구하고 있는 현실이다.

에너지 공급자 효율 향상 의무화 제도는 이러한 관점에서 에너지 공급자에게 수요자의 효율 향상 목표를 주는 제도로서 전세계 약 48개 지역에서 시행중이며, 우리나라도 2018년 5월부터 한전 시범사업을 시작으로 추진되고 있다.

이 중 앞 절에서 살펴본 영국의 에너지공급자 효율 향상 의무화 제도인 EEC(Energy Efficiency Commitment)나 ECO (Energy Company Obligation)은 국내 소규모 건축물 에너지효율화 정책에 주는 함의가 크다. 영국의 EEC 제도는 에너지 공급자 효율 향상 의무화 제도의 초기 버전으로 에너지절감 목표의 절반 이상을 저소득층 주택 등 에너지 효율화의 효용을 체감할 수 있는 우선 순위 그룹을 통해 달성하도록 했으며, 3년간의 시행결과 사회전체적으로는 약 402PJ 을 절감하는 데 GJ 당 약 0.26EUR 를 부담하고, 에너지 효율을 개선한 최종소비자는 GJ 당 1.132EUR 를 절감한 효과가 있었던 것으로 보고되었다. 현재 진행중인 ECO 의 경우에는 의무대상 범위를 확대하고, 제도를 단계적으로 보완·개선하여 효율향상 의무를 크게 주택 난방비용 저감의무와 탄소배출 저감의무로 구분하고, 난방비용 저감의무는 저소득층 또는 취약가구들이 쾌적한 환경을 위해 냉난방비를 지불할 수 있는 수준으로 낮추기 위한, 보일러교체 등의 조치를, 탄소저감의무에서는 지붕이나 벽체 단열, 지역난방과 연결 등 우선순위에 있는 조치들을 중심으로 저감 의무를 수행하도록 하고 있다.

우리나라에서도 에너지 공급자 효율 향상 의무를 자발적인 유인이 어려운 저층주거지 에너지효율 개선을 통해 달성하도록 한다면, 여러 소규모 건축물 에너지효율화 장애요인을 동시에 해결할 수 있을 것으로 기대된다. 먼저 에너지 공급자가 서비스의 총 책임자로 역할하기 때문에 소비자 입장에서 신뢰할 수 있는 파트너가 생길 뿐 아니라 의사소통 창구가 일원화되고, 행정절차도 간소화 될 수 있다는 장점이 있다. 더욱이 인접한 주택들을 번들링하게 되면, 공사 규모를 키워 시공 비용을 낮출 수 있으며, 전문인력 투입 및 신규 인력 양성도 용이해 질 수 있다. 금전적으로도 지불할 수 있는 수준의 요금으로 분할하여 정산할 수 있기 때문에 효율 개선 비용에 대한 개인 부담을 완화할 수 있고, 에너지 사용자가 직접 요금을 부담하게 할 수 있기 때문에, 분리된 인센티브의 딜레마도 피할 수 있다. 요금제도를 통한 정산으로 효율개선 비용을 적정 수준에서 부담할 수 있고, 에너지 사용자가 직접 요금을 부담하게 되므로 분리된 인센티브의 딜레마도 피할 수 있다. 더욱이 이를 통한 에너지 복지 증진 효과가 매우 크며, 주민들이 체감할 수 있는 주거환경 개선효과가 크기 때문에, 에너지효율화에 대한 사회적 공감대 형성에도 크게 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

서울시 노후 주택 유형 중에 가장 많은 유형- 서울시 20년 이상 노후주택 연면적의 약 20% - 인 70년대 2층 양옥집 유형과 80년대 후반에서 90년대 초반에 지어진 2층 반지하에 외부계단으로 연결된 붉은 치장벽돌 집 유형은 약 49,900동 정도이다. 이 주택 유형만 가지고 계산할 때 서울시 가꿈 주택사업을 통해 지원된 공사비 2,000만원 규모를 이 정도 규모의 주택에 적용한다면, 소요되는 예산은 약 9,980억원이며, 연간 약 35%의 에너지 사용량 절감을 예상한다면, 해마다 약 675GWh의 1차 에너지를 줄이고, 향후 20년의 생애주기를 걸쳐 약 13,500GWh의 1차 에너지 절감을 기대할 수 있다. 기존 주택들이 그동안 충분한 냉난방을 할 수 없었던 현실을 고려하여 프리바운드 효과(Prebound Effect)³⁷⁾를 약 10%로 가정하고 25%의 1차 에너지 절감을 기대한다고 해도, 연간 약 560GWh, 20년동안 11,200GWh의 1차 에너지 절감은 기대할 수 있다. 이는 470MW 이상의 태양광 설비 설치를 통한 절감량과 견줄 수 있으며, 역시 1KW 당 200만원의 설치비용을 가정하더라도, 9,400억원 이상의 비용과 맞먹는다. 또한 여름철 냉방권 보장을 위해 그동안 적용된 누진제 한시완화 대책 지원금이 2018년 2,761억원, 2016년 4,200억원, 2015년 1,300억원이었음을 감안하면, 전력산업기반 기금 등을 누진제 한시완화 등에 사용하는 것보다, 노후 주택의 효율개선을 위해 투자하는 것이 장기적인 사회적 비용을 줄이고, 온실가스 감축 목표 이행에 기여하는 방법이 될 수 있다.

• 도시재생지역 에너지수급 계획 의무화

도시재생지역에 대한 에너지 효율화 계획은 건물부문의 에너지 소비 비중이 높은 도시의 건물에너지 수요관리를 위해 선행되어야 할 과제이다.

특히 IEA가 2017년 발표한 에너지 기술관점의 3가지 시나리오에서 지적하고 있듯이 전지구 평균 온도 1.5℃~2℃ 상승 목표를 달성하기 위한 전지구적 노력은 단순히 건물 외피의 개선이나 기기설비 등의 효율개선에 그치지 않고 에너지를 생산하는 기술 자체의 전환이 전제되기 때문에, 개별 건물 차원의 접근뿐 아니라 도시의 구역단위, 지역 단위의 에너지 효율화 잠재량 및 생산 잠재량을 파악하고, 장기적인 수급 계획을 세워나가야 한다.

따라서, 도시재생지역의 중장기 적인 에너지 전환 목표를 수립하기 위한 에너지 수급계획에는 개별 건물의 에너지 효율화 잠재량 및 행동변화에 따른 절감 잠재량, 에너지 생산 및 분배과정의 손실 최소화 및 미사용 에너지 이용의 확대 방안, 신재생에너지 생산 잠재량 등의 내용이 포함되어야 한다. 이 자료는 도시재생지역의 세부구역별로 온실가스 감축을 위해 선행되어야 할 비용효율적이며 탄소배출 저감 잠재량이 큰 사업들을 발굴해 내는 기초 자료가 될 수 있으며, 건물 에너지 효율화의 사회적

³⁷⁾ Prebound Effect는 그동안 에너지효율이 안 좋았던 건물에서 냉난방 비용의 부담으로 인해 적정 실내 온도 환경을 유지하지 못함으로써 에너지 절감이 이루어지고 있었던 부분을 의미한다. 따라서 Prebound Effect로 인해 실질적인 에너지 절감 효과가 덜 나타났다고 해도, 실제로 거주자의 거주 쾌적성은 향상되었고, 냉난방 비용도 부담가능한 수준으로 정상화된 결과로 볼 수 있음. 결국 Pre-bound Effect는 주민들의 냉난방권 보장과 에너지 복지와 직결된 문제라고 할 수 있음.

비용을 낮추기 위한 구역단위 효율화 인프라 개선이나, 지역난방 또는 공동 신재생에너지 이용 시설 등 생산 인프라 개선 계획들을 수립할 수 있는 토대가 될 수 있다. 또한, 건물 부문의 에너지 효율 개선은 노후된 주거지역의 냉난방 권리를 회복하고, 거주 쾌적성을 향상시킬 수 있다는 점에서 시민들이 체감할 수 있는 에너지 재생계획 수립의 근거자료가 될 수 있다.

• 기존건물 리모델링에 대한 실효성있는 자금조달 지원체계 마련

건물에너지 효율화 리모델링이 선행되어야 할 주택 유형이 파악되고, 주택 유형별로 가장 우선되어야 할 조치 등에 대한 정보가 개별 주택 단위 혹은 지역 단위로 제공된 이후에는 이를 실현할 수 있는 자금마련 방법이 현실화 될 필요가 있다.

개인의 주거환경 개선에 대한 의지가 있어도 규칙적인 추가 소득이 없어 용자를 값을 능력이 없는 영세한 주인세대에게 저리 용자를 통한 지원제도는 무의미하며, 이런 세대의 경우에는 독일의 사례처럼 에너지 효율화 리모델링에 국한된 보조금 지원사업이 유인책이 될 수 있다. 이러한 보조금은 개인의 사유재산에 대한 지원이라기 보다는 온실가스 감축을 위한 사회적 책임을 분담하고, 직주거리가 짧은 도심내의 노후 저층주거지에 쾌적한 거주 환경을 확보함으로써 불특정 다수의 시민들에게 사회적, 경제적, 환경적으로 지속가능하며, 삶의 질 을 높일 수 있는 주택을 공급하고 사회적 편익을 증진하는 비용으로 볼 수 있다.

함께 제안된 에너지 공급자 효율 향상 의무화 제도를 통해 장기간의 지불가능한 수준의 정액 비용을 에너지요금에 가산하여 납부하는 방식도 임대세대의 주거환경 개선 의지를 거주기간 동안의 지불가능한 금액으로 환산하여 임대용 주택의 에너지 효율화와 연계할 수 있는 기회를 제공할 수 있다.

이외에도 4.2장에서 살펴본 해외 사례들처럼, 재산세에 정액을 가산하는 방식이나, 녹색채권 및 민간 클라우드 펀딩 등을 이용하여 경제성 있는 사업에 대해 투자하고, 성과를 분배하는 방식 등 다양한 자금 조달 지원체계에 대해 다각적으로 접근할 수 있도록 심층적인 연구가 필요한 상황이다.

• 각종 지원사업 정보 제공 및 행정절차 일원화

지원사업에 대한 정보 접근성을 높이고 행정 절차를 간소화 하는 것도 지원정책의 실효성을 높이는 중요한 요소 중 하나이다.

그린홈 100만호 지원사업과 다른 건물에너지 효율개선 지원사업은 비교하기 쉬운 사례이다. 그린홈 100만 호 지원사업의 경우 해당 신재생에너지 사업자를 선택하게 되면, 업체가 행정절차에 필요한 서류 등을 모두 준비해 주고, 한국 에너지공단, 광역 및 기초자치단체에서 받을 수 있는 모든 지원금을 확인하여, 일괄 처리해 주기 때문에, 건축주가 준비해야할 지원서류 등은 최소화 된다. 반면, 건물에너지 효율 개선 지원사업의 경우, 중앙정부와 지자체의 사업간에 연계가 없고, 같은 중앙정부나 지자체의 사업에 있어서도 부처가 다르면 지원절차나 준비해야 하는 서류 등이 천차 만별이다. 예를 들어,

서울시의 BRP 지원사업과 친환경 저녹스 보일러 지원사업, 미니태양광 지원사업 등도 서로 연계되어 있지 못하며, 지원시기 등이 다르기 때문에, 국토교통부의 민간부문 그린리모델링 이차지원사업과 서울시의 보일러 지원사업을 통해 동시에 지원 받는다고거나 그린리모델링을 하면서 동시에 미니태양광을 설치하는 일도 쉽지 않다. 사실 리모델링 공사나 신재생 에너지 설치 공사, 보일러 교체 공사 등 많은 공정들이 한번에 이루어질 때 가설비용이나 기타 장비사용료 등 부대비용을 절감할 수 있는 여건이 마련되는 데, 공사 시기가 달라지게 되면, 효율개선 의지가 있었던 부분에 대해서도 포기하게 되는 상황이 발생할 수 있다.

또, 건축주가 직접 지원시기가 다른 사업들을 부서별로 일일이 찾아보고 확인한다는 것도 무리가 있다. 도시재생지역이나 에너지자립마을처럼 활동주체가 있는 경우에는 정보가 모이고, 일괄적으로 구성원들에게 공유되기도 하기 때문에, 타지역에 비해 여러 지원제도에 대한 인지도가 약간 높게 나타나기는 하지만, 추소연 외 (2018)에서 나타난 것처럼 설문 응답자 대다수가 에너지효율개선이나 리모델링 지원에 관한 지원사업에 대해 들어본적이 없다는 것은 정책정보가 시민들에게 원활히 제공되지 못하고 있음이 반영된 결과이다.

특히 건물부문 에너지 수요관리에 대한 정책적 중요성이 인지되는 시점에서, 단기적으로 시행되는 시범사업이 많고 정책적 변화가 빈번한 상황에서는, 독일의 건물에너지 효율화 관련 지원사업 체계가 시사해 주는 바가 크다. 독일의 경우 건물에너지 효율화와 관련된 지원은 독일 주택재건은행(KfW-bankengruppe: Kreditanstalt für Wiederaufbau) 과 독일 경제수출통제청(BAFA: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle)두 기관으로 이원화 되어 있으며, 금융지원과 관련된 모든 업무는 KfW에서, 기술 및 컨설팅 관련 지원은 BAFA에서 각각 주관하고, 이 두 기관 간의 관련 지원사업들은 전문 컨설턴트에 의해 지원서류를 준비하는 동안 연계될 수 있도록 안내되는 동시에 지원·관리되고 있다.

• 임대건물에 대한 최저성능제도 도입

이 밖에 임대를 목적으로 한 건물들의 에너지효율 개선 투자를 촉진하기 위해서는 장기적으로 에너지효율 최저성능제도 검토가 필요하다. 임대용 건물은 분리된 인센티브로 인한 에너지효율화 격차 발생으로 투자결정권자인 소유주에게 투자 동인을 이끌어내기가 어려우며, 오히려 불특정 다수가 거주하게 될 사회적 자산 중 일부인 임대건물에 대한 냉난방관리 보장과 쾌적한 환경에 대한 주거권을 제공하는 목적으로 주거의 최소 조건 중 하나로 에너지 효율을 포함시켜 임대 건물 최저 성능제도를 도입하는 것이 바람직하다.

이에 대한 자세한 설명은 에너지성능정보공개제도의 개선과 관련한 정책 제언 부분을 참조할 수 있다.

4) 소규모 건축물 에너지효율화 지원 강화 - [근린생활시설 부분]

소규모 근린생활시설은 2015년 건물용도별 에너지사용량 분석에서 아파트 107,659GWh와 단독주택 59,264GWh에 이어 2종 근린생활시설 42,844GWh, 1종 근린생활시설 42,270GWh로 가장 많은 에너지가 소비되는 부분이며, 단위면적당 에너지사용량도 2015년 기준 각각 제1종 근린생활시설 약 211.95kWh/m²yr, 제2종 근린생활시설 약 192.3kWh/m²yr로, 단위면적당 에너지 사용량은 많지만 총면적에서의 비중은 크지 않은 노유자시설, 운수시설, 의료시설을 제외하고 가장 큰편에 속한다. 또, 근린생활시설은 2017년 전국 용도별 연면적 비중에서도 아파트 29%, 단독 및 다가구 14%에 이어 13%를 차지하고 있다.

500m² 이하의 소규모 근린생활시설 역시 건축물에너지절약 설계기준 외에는 건물에너지 효율화와 관련된 규제가 존재하지 않고, 주택과 달리 요금제에 있어서도 상대적으로 저렴한 일반용전기를 사용하는 경우가 대부분이어서, 홀유리로 이루어진 쇼윈도우나 단열과 기밀성이 보장되지 않는 강화유리 출입문 등 효율문제뿐 아니라 개문냉방과 같이 도덕적 해이에 따른 사용자행태변화 부분의 개선 여지도 큰 것으로 지적되어왔다. 그러나, 소규모 근린생활시설의 경우, 영세사업장의 비중이 높기 때문에, 에너지효율화에 관한 규제가 서민 경제 전반에 부정적인 영향을 미칠 수 있다는 우려로 쉽게 접근하지 못하고 있는 부분이기도 하다.

다음은 표 4.4.6은 근린생활시설의 이해관계자와 주 이해관계를 정의하고 각 이해관계자가 의사결정에 미치는 영향력과 효율화 동기 및 장애요인을 정리한 것으로, 근린생활시설의 경우에는 자가사용의 비중이 주택에 비해 상대적으로 낮기 때문에 분리된 인센티브 문제가 강하게 존재한다고 볼 수 있다. 따라서, 근린생활시설의 에너지효율화를 위해서는 정보불균형 해소 등 분리된 인센티브를 개선하고, 에너지효율화와 경영수지 개선이 연결될 수 있도록 하는 것이 중요하며, 장기적으로는 개선된 인식 토대로 근린생활시설의 에너지효율 개선도 의무적으로 이루어져야 한다.

표 4.4.6 근린생활시설 에너지 수요관리 관련 이해관계자 분석

이해관계자	주 이해관계	영향력	효율화 장애요인	효율화 동기
소유주	부동산가치향상 및 임대수익 증가	직접적인 최종 의사결정권자	에너지효율향상이 임대료에 반영되지 않음 → 임대차법 개선/에너지성능정보공개 제도 활성화	건물수명연장 부동산 가치향상 임대수익증가
임차인	에너지비용절감 사업수지개선	임대여부 결정권 인테리어 공사 결정권	임대료인상에 부정적 임대기간 보증안됨 공사기간 및 비용최소화	에너지비용절감 사업수지 및 이미지 개선 → 에너지경영컨설팅

이해관계자	주 이해관계	영향력	효율화 장애요인	효율화 동기
				필요
소비자	녹색소비 제품 및 서비스 구매	상품 구매결정	구매 의사결정 기준에 환경이나 에너지 문제에 대한 인식 결여	환경의식 제고 등을 통해 녹색소비 가능
현장시공기술자/ 동네설비기술자	공사수주 이윤창출	기술컨설팅	에너지 효율화 에 대한 낮은 이해도 및 의지부족	(현재 일거리 많고 고소득) → 신규전문인력양성
에너지효율화 기술 판매 및 시공자	시장확대 이윤창출	마케팅	규모가 작고 복잡한 시장 시공난이도/하자분쟁	시장확대
건축가/ 엔지니어	계약수주 이윤창출	기술컨설팅/감리	설계 컨설팅 비용 부족	설계컨설팅 비용 보장
허가권자 (정부/지자체)	온실가스감축목표달 성 지역환경관리	인허가권 지원제도 운영	관련법 예산 인력부족 리모델링 신고미비	사업자 등록시 에너지효율화 관련 규제 도입
에너지공급자	에너지공급 기업이윤극대화	- 에너지효율화 의무할당 시 사업시행주체	에너지사용이 매출수익	인프라운용비용 축소 에너지효율화 의무 할당
투자자 및 금융사업자	수익률 극대화	자금조달	장기 투자회수기간에 따른 리스크 증가	투자회수에 대한 보장 확실한 수익률

먼저 소규모 근린생활시설 역시 장기적인 투자회수기간에 따른 투자자금 확보의 문제와, 에너지효율화와 관련한 현장 전문인력이 부재한 점은 소규모 주택과 비슷한 상황이다. 따라서 소규모 근린생활시설 역시 에너지 공급자 효율 향상 의무화제도와 연결하여 체계적이고 단계적으로 에너지 효율 개선이 이루어질 필요가 있으며, 유사한 방식으로 목표관리대상 사업자의 외부감축분을 허용하는 유연성 체제와도 연결할 수 있을 것으로 보인다. 또, 소규모 주택에 제안되었던 실효성있는 자금지원체계 마련이나 임대건축물의 최저성능기준 도입 역시 소규모 근린 생활시설에도 유효한 정책으로 볼 수 있다.

• 목표관리대상사업자를 활용한 소규모 근린생활시설 에너지효율화방안 도입

에너지 공급자 효율향상 의무화 제도와 유사하게 환경부에서 관리하고 있는 목표관리대상 사업자들을 중심으로 소규모 근린생활시설의 에너지 효율화 방안을 검토할 수 있다. 이는 온실가스 감축 의무를 할당받은 사업자에게 온실가스 감축 목표량을 외부에서 달성할 수 있도록 하는 일종의 유연성 체제로서 소규모 근린생활시설의 에너지효율개선을 통한 절감분을 의무 감축량의 일부로 인정해 주는 방안이다.

그동안 목표관리제를 통해 지속적으로 에너지 효율을 개선하고 온실가스 배출을 줄여온 기업들은 관련된 노하우가 축적되어 있는 반면, 해당 사업장 내에서 추가적인 절감분을 달성하기 위해서는

단위비용이 점점 증가하게 되는 한계가 있다.

따라서, 산업의 경쟁력을 저해하지 않고 비용효율적인 온실가스 배출저감잠재량을 조기에 최대한 활용한다는 의미에서, 소규모 근린생활시설이나 기타 건축물과 연계한 에너지효율화 감축을 허용하면, 소규모 건축물은 에너지비용을 절감하고, 거주쾌적성을 향상 시킬 수 있으며, 기업도 비용효과적으로 온실가스 감축 목표를 달성하는 동시에 효율화 노하우와 관련된 새로운 산업의 활성화도 기대할 수 있다.

예를 들어, 대형 판매시설에서 진행했던 에너지 효율개선 방안들이 유사한 근린생활의 소매시설에 적용된다든지, 대형 숙박시설이나 병원의 에너지 효율개선 방안들을 근린생활시설의 소규모 숙박시설이나 의원 등에도 적용함으로써 기술적 노하우를 확산시키고, 대기업과 중소기업이 상생하는 모델을 만들 수 있다.

특히 비용효율적인 온실가스 배출 저감잠재량을 조기에 최대한 활용하는 것이 중요한 데, 온실가스 감축의 자물쇠 (Lock-in)효과³⁸⁾에 따라 조기 감축 조치의 누적 절감량이 이후에 도입한 조치보다 월등히 많아 질 수 있기 때문이다.

• 전문 에너지경영컨설팅 지원제도 도입

근린생활시설의 에너지효율 개선의 장애요인 중 하나는 에너지절감활동들이 사업장의 매출에 부정적인 영향을 줄 수 있다는 인식이다. 실제로 많은 소규모 점포들은 에너지 효율개선 공사가 진행될 경우, 영업을 하기 어려운 점, 냉난방이나 조명 등의 제한이 분위기나 공간의 질을 저해하는 요소로 작용할 수 있는 점들을 에너지효율개선 공사가 어려운 근거로 들고 있다.

따라서, 근린생활시설의 에너지효율을 개선하기 위해서는 에너지 진단사가 단순히 에너지 절감방안에 대해 조언하는 것보다는 에너지 비용 절감과 기업이미지 제고, 매출과 관련한 점포의 분위기 개선 등 에너지문제와 경영에 관한 문제를 종합적으로 진단하고 컨설팅하는 시스템을 갖추어야, 근린생활시설 에너지 효율개선에 대한 진입 장벽을 낮출 수 있다.

또한, 주기적으로 시설개체를 하는 업종 등에 대해서 시설 개체 시기를 최대한 활용할 수 있도록 사업 리모델링 주기와 연계한 효율화 방안을 제안할 수 있으며, 같은 디자인을 여러 점포에 반복적으로 적용하게 되는 프랜차이즈 업체의 인테리어 매뉴얼에 에너지 효율화 개념을 의무적으로 반영하는 데 대한 검토도 필요하다.

• 근린생활시설에 대한 녹색가게 환경마크 또는 녹색건축 인증제도 도입

³⁸⁾ 탄소 자물쇠 효과란 어떤 시설을 일단 설치하면 그 시설의 수명이 다할 때까지 탄소배출량이 고정되는 현상을 말하며, 이에 따라 조기에 시설을 효율화하면, 개선된 효율로 배출이 지속되므로, 절감량도 누적됨을 의미한다.

현재 근린 생활시설의 경우에는 에너지효율개선에 대한 노하우가 많이 축적되지 않은 상황이며, 녹색소비를 통해 근린생활시설의 효율화를 독려할 수 있는 소비자의 인식이나 역할도 미비한 상황이다.

이러한 상황에서 녹색가게에 대한 환경마크나 근린생활시설에 대한 녹색건축 인증제도 및 관련 인센티브 제도의 마련은 시민들의 인식을 환기시키고, 근린생활시설의 에너지 효율개선의 표준을 제시한다는 점에서 의미가 있을 수 있다.

다만, 환경마크가 실질적인 정책적 효과로 나타나려면, 많은 사람들이 해당 마크에 대해 이해하고 인지하는 것이 필요하기 때문에, 초기에는 너무 엄격한 기준으로 환경마크의 취득을 어렵게 하는 것 보다는, 취득에 소요되는 비용을 줄이고, 등급을 나누거나 중점 부분 별로 마크를 수요하는 방식으로 더 많은 사업장이 참여하고, 더 많은 사람들이 시각적으로 마크를 인지하도록 하는 것이 중요하다. 취득 의무대상을 설정하거나, 취득에 따른 인센티브를 부여함으로써 인증건수를 늘릴 필요도 있으며, 관련된 내용을 언론 및 매체, 시민 홍보 및 대중 교육 등을 통해 널리 알리는 데 초점을 두어야 한다. 오히려 해당 환경마크의 객관적 변별력이나 정량적 개선 여부 등은 제도에 대한 일반적인 인지도가 높아진 이후 세부 기준을 정비해 나가는 방식을 통해 개선해 나가는 것이 제도 정착에 도움이 될 수 있다.

5) 건물의 용도별로 차별화된 에너지 효율화 활성화 방안 마련

이 외에도 비주거 건물이나 에너지 다소비건물, 데이터센터 등에 대한 건물의 특성에 맞는 차별화된 에너지 효율화 활성화 방안이 마련될 필요가 있다.

주택의 경우 건물의 유형이나 형태, 기술 등이 제한적이며, 에너지 사용패턴 역시 개별건물의 차이에 도 불구하고 비교적 유사하게 나타나기 때문에, 통합적인 정책을 마련하는 것이 상대적으로 용이하지만, 비주거 건물의 경우는 운영방식, 건물의 유형이나 특성, 기술 및 설비 등이 모두 다르고, 에너지 수요관리를 둘러싼 이해관계도 더 복잡하기 때문에, 전체 건물군을 관통하는 에너지 효율개선 정책을 입안하는 것이 쉽지 않다. 반면에 우리나라는 유럽의 국가들 (전체 건물에너지 소비의 1/3수준)에 비해 상대적으로 주거용 건물 외 비주거 건물의 에너지 사용 비중이 약 37%로 적지 않기 때문에 향후 건물 유형별로 에너지 효율방안이나 특성들에 대한 지속적인 연구를 통해 맞춤형 제도들을 입안하는 노력이 필요하다.

최근 독일의 에너지 공단 DENA는 주거용 건물 외에 비주거용 건물에서의 에너지 효율화 잠재량을 적극적으로 활용하고, 2050년까지 CO₂-건물에너지효율화 프로그램에 따른 건물부문 온실가스 80% 이상 감축 목표를 달성하기 위해, 판매시설과 업무시설, 숙박시설, 그리고 공공건물을 주목하고 있다.

DENA (2018)은 건물 용도별로 에너지 사용특성을 토대로 다른 시설에 비해 업무시설과 숙박시설, 판매시설, 교육연구시설 등이 비교적 유사한 에너지 사용패턴을 가지고 있는 것으로 분석했고, 기저부하 외에 냉난방에너지 계절 수요의 비중도 높아, 건물에너지 성능 개선을 통한 에너지 절감잠재량이

큰 것으로 평가하고 있다.

비주거용 건물의 경우에는 근린생활시설과 마찬가지로 건물에너지 효율보다는 영업이익의 개선이 우선시 되기 때문에, 건물 에너지 효율 개선이 기업의 비용 절감을 통한 경영수지 개선에도 도움이 된다는 데에 CEO가 인식과 녹색경영에 대한 마인드가 매우 중요한 역할을 할 수 있다.

따라서, 비주거용 건물에 대해서는 공통적으로 기업의 비즈니스 모델 구축과 경영컨설팅에 있어서 에너지 부분에 대한 지속적인 공감대를 형성하고, 인식을 개선하는 것이 선행되어야 할 과제이다. 또, 건물 유형별로 다양한 효율개선 사례를 통한 비용효율적인 에너지효율화 방안을 사회적으로 공유될 수 있도록 해야 함.

- **에너지효율화 그린비즈니스모델에 대한 교육 홍보 및 인식 제고 활동 지원**
- **전문 에너지경영컨설팅 지원제도 도입**
- **건물 유형별 에너지 효율화 Best Practice 공유**

(1) 업무시설의 에너지효율화 방안

다음 표 4.4.7은 추소연 외 (2018b)에서 분석한 기존 민간 업무시설 이해관계자별 주 이해관계와 영향력, 효율화 장애요인과 동기를 요약 정리한 것이다. 업무시설의 경우 소유형태에 따라 정책적 접근방법을 달리할 필요가 있으며, 각각의 이해관계자들의 효율화 동기를 촉진하고, 장애요인을 제거할 수 있는 복합적인 정책 시행이 필요하다.

자가소유 업무시설의 경우, 효율 개선의 효용과 관련된 객관적인 데이터가 제공되고 초기투자 비용 부담의 개선을 경감해 주는 노력이 도움이 되며, 무엇보다도 소유주와 경영진의 에너지경영, 녹색경영에 대한 인식 제고가 의사결정에 중요한 요소로 나타날 수 있다. 또, 이 유형의 건물은 오히려 실제 건물을 사용하는 임직원 등 사용자가 에너지비용을 직접적으로 부담하지 않기 때문에, 도덕적 해이에 따른 에너지 소비 증가가 있을 수 있어, 건물 관리 부서를 통해 부서별 에너지 사용현황을 관리한다든지, ICT 기술 도입을 통해 사용자 행태변화를 유도하는 것도 도움이 될 수 있다.

반면 임대용 업무시설의 경우는 우선적으로 정보 불균형을 최소화하는 것이 중요하며, 앞서 다른 건물 유형에서도 언급한 바와 같이 소유 단위별로 에너지 평가서의 정보를 세분화하고, 부동산 거래시에 증빙을 의무화해서, 최소한 부동산 거래에 있어서 에너지 성능이 언급될 수 있는 최소한의 여건을 마련해야만 한다. 또, 마찬가지로 임대건물에 대한 공공의 책임을 분담하는 차원에서 최저 에너지 성능기준의 도입도 검토 될 수 있다.

임대용 업무시설은 다시 소유구조에 따라 개인 또는 법인 소유의 업무시설과 구분등기로 구성되는 업무시설로 나눌 수 있는 데, 구분등기 업무시설은 개인이나 법인소유 임대용 업무시

설보다 의사결정구조가 더욱 복잡하기 때문에 입주 후에는 추가적인 효율개선 조치를 도입하기가 쉽지 않다. 따라서, 신축건물에 대한 기준을 강화하는 것이 중요하며, 특히, 업무시설에 포함되지만 실제로는 주거용으로 건축되고 있는 오피스텔의 기준을 공동주택 수준으로 강화할 필요가 있다. 또한 개별 소유주의 규모가 상대적으로 작고 에너지 효율화 기술에 대한 접근성이 낮음을 고려할 때, 건물 관리인에게 체계적으로 건물의 에너지 효율개선을 수행할 의무화 권한을 부여하거나, 에너지 공급자 효율 향상 의무화 제도 또는 에너지 서비스 업체를 활용한 원스톱 서비스를 정착시키는 것이 시장확대의 열쇠가 될 수 있다.

표 4.4.7 기존 민간업무시설 에너지 수요관리 관련 이해관계자 분석

이해관계자	주 이해관계	영향력	효율화 장애요인	효율화 동기
자가 소유주	부동산가치향상 운영비용 절감 영업이익 증가 기업 브랜딩 및 마케팅 효과	직접적인 최종 의사결정권자	초기투자비용 부담 정기적인 이자 및 상환금에 대한 부담 긴 투자회수기간에 따른 위험부담 증가 투자회수기간보다 짧은 대출 가능 기한 효율개선효용 관련 객관적 데이터 미비 에너지경영에 대한 인식부족 리모델링을 통한 부동산 가치 향상에 대한 인식부족 높은 설계 및 시행 과정의 거래비용	유지관리비 절감 부동산가치향상 건물수명연장 기업이미지제고 녹색마케팅
임대 소유주	부동산가치향상 임대수익 증가	직접적인 최종 의사결정권자	에너지효율향상이 임대료에 미반영 → 임대차법 개선 에너지성능정보공개제도 활성화	건물수명연장 부동산 가치향상 임대수익증가
건물 관리인	시설 유지관리 및 보수 용이성 하자최소화 유지관리비 절감	건물 유지관리 실무 수행	에너지성능관리가 주업무에 해당 안함 건물 최적화 운영 관련 데이터 부족 및 전문지식 미비 예산집행을 위한 최종결정권 없음 관리비를 높여 위탁업체 이윤을 높이려는 경향	에너지효율화의 업무범위 편입 유지관리 편의성 유지관리비 절감 인사평가 반영 경제적 인센티브
임차인	낮은 임대료 쾌적한 실내환경 업무효율성 낮은 유지관리 비	임대여부 결정권 인테리어 공사 결정권	임대료인상에 부정적 임대기간 보증안됨 건물 에너지 성능에 대한 객관적 정보 부족	쾌적한 실내환경 업무효율성 에너지비용절감 에너지효율화 인식개선
직원 / 재실자/ 사용자	업무환경 개선	일반적으로 권한 없음 에너지절약실천	에너지비용부담에 대한 도덕적 해이 공사추진 중 불편	쾌적한 실내환경 업무효율성

이해관계자	주 이해관계	영향력	효율화 장애요인	효율화 동기
방문자/ 소비자	녹색소비 제품 및 서비스 구매	기업의 고객 (구매력)	에너지 의 효율적 이용에 대한 가치기준이 낮음	환경의식 제고 등을 통해 녹색소비 가능
에너지진단 업체 또는 에관공 진단요원	건물에너지성능관련 정보 제공	건물에너지성능 검증 및 개선방안 제시	에너지진단의무가 2,000TOE 이상 에서지다소비사업자에 한정됨. 형식적인 보고서작성 정보제공으로 해당 업무 완료	진단업체 또는 진단업무 성과에 사업화 연결 반영
부동산 컨설팅 업체	부동산 매매 중개 부동산 거래를 통한 가치 창출	건축주의 투자 경제성 판단에 영향	에너지효율의 중요성에 대한 낮은 인식 에너지성능에 대한 정량화된 자료 부족 부동산 매매에 에너지성능이 미치는 영향 미미	부동산 매매에 에너지성능정보 제시 의무화 고효율 저에너지건축물에 대한 시장 선호도 증가
ESCOs (에너지 절약 전문기업)	에너지절감을 통한 수익창출	에너지절약 전문기술 제공 및 검증	긴 투자회수기간과 에너지 가격 변동에 따른 위험부담 증가 M&V의 기술적 한계 수요자의 낮은 인식과 정보부족, 동기부여 어려움	에너지가격 상승에 따른 투자회수기간 감소 및 사업타당성 증가 제도 개선에 따른 ESCO 기업 리스크 감소
현장 시공기술자 (하도급 전문 건설업체)	영업이익증가 하자 최소화	에너지효율화 기술 실현	경험 및 이해도 부족 현재도 고수익 유지	지속적이고 안정적인 수익
에너지효율 화 기술 판매 및 시공자	시장확대 영업이익증가	시장에 필요한 적절한 기술 제공	저효율 저비용 상품과의 경쟁 신규기술에 대한 진입장벽	실적확보 및 시장에서 경쟁우위 선점
허가권자 (정부/지자체)	온실가스감축목표달 성 에너지 수요관리 고용창출 지역환경관리 공공복리 향상	인허가권 지원제도 운영 정보제공	관련법, 예산, 인력부족 리모델링 신고미비	구체적인 온실가스 감축 또는 수요관리 목표 일자리 창출 및 산업육성과 관련된 정량적 효과
에너지 공급자	수요관리를 통한 신규 인프라 투자비용 절감 에너지판매를 통한 수익	에너지공급	수요자 효율향상 시 공급자 매출규모 감소 낮은 에너지가격에 따라 공급자의 에너지효율향상 투자 회수의 어려움	신규 인프라 증설 비용 절감 피크수요관리 에너지공급자 효율 향상 의무
투자자 및 금융사업자	수익률 극대화	자금조달	긴 투자회수기간에 따른 위험부담 증가 수익률을 판단위한 객관적 데이터 미비	투자회수에 대한 보장 확실한 수익률

다음 표 4.4.8은 자가 이용 업무시설과 임대용 업무시설에 각각 적용할 수 있는 정책들을 분류하여 정리한 것이다.

표 4.4.8 업무시설 유형별 에너지 수요관리 정책 제안

구분	자가용 업무시설	임대용 업무시설	
		개인 또는 법인소유	구분등기
초기자금 조달	상환기간을 투자회수기간에 맞춰 현실화 사후 상환지원금 제도 도입 자금 지원방식의 다양화 : 녹색채권, 민간 클라우드 펀딩, 요금 및 세재를 통한 조달 방안 등		
거래비용 지원	진단, 설계, 감리 및 QA 등에 소요되는 전문가 비용 지원으로 거래비용은 낮추고 합리적인 의사결정 지원		
에너지 정보 객관화 (에너지성능 정보 공개 의무화)	건물 가치에 반영될 수 있고 정확한 에너지 성능정보 및 투자효용 에 대한 객관화된 정보 필요	임차인들이 에너지 비용을 예상할 수 있는 객관화된 정보 필요	
			소유 단위별 차별화된 에너지 성능정보가 제공으로 개별단위 에너지 효율개선 동기 부여
에너지진단	다소비건물에 대한 에너지 진단을 건물생애주기와 관련한 유지관리 점검 기준 및 그린리모델링 진단 기준과 통합 연계 필요 통합 에너지 진단 대상 확대 및 효율화 사업과 연계 방안 마련 (ESCOs, 에너지공급자 효율향상 의무, 목표관리대상 사업자 등)		
유형별 맞춤형 정책	녹색 경영 마인드 확산 ICT 기술 을 통한 사용 단위별 모니터링 시스템 도입 + 사용자 에너지 절약 행동에 인센티브 또는 페널티 도입	임대 건축물 최소 에너지 성능 기준 도입 목표관리제 외부감측 분 인정 - 목표관리 업체는 감측 비용 절감 효과 기대 + 사용자는 관리비 형식으로 정액 분할 상환 건물관리사업(Facility Management)과 ESCO 사업을 연계한 성과보증계약 → 건물관리인에게 효율화 의무 및 권한 부여 및 인센티브 분배	
			에너지공급자 효율향상 의무화 제도 활용 (임차인이 사용기간동안 정액 정산) 오피스텔 신축 건물에너지 절약설계기준 공동주택 수준으로 강화 (단열, 창면적비 등)

(2) 숙박시설의 에너지효율화 방안

숙박시설은 단위면적당 에너지사용량이 가장 높은 건물 유형 중 하나로 3.1절에 살펴본 것과 같이 2016년과 2017년 각각 단위면적당 연간 약 297kWh/m², 약 299kWh/m²의 1차에너지를 소비했으며, 2016년 도시가스 소비량은 평균 연간 단위면적당 약 131kWh/m², 전기에너지 소비량은 평균 연간 단위면적당 약 145kWh/m²를 소비하고 있는 것으로 나타났다. 또 이중 연간 가스에너지 사용량의 65.93%가 난방과 관련된 계절수요로 파악되었으며, 전기관련 수요의 약 30.17%가 난방 및 냉방과 관련된 계절수요로 분석되었다. 이와 같은 숙박시설의 높은 계절수요는 그린리모델링을 통한 에너지 요구량 절감 잠재량이 높고, 투자회수기간도

상대적으로 짧아 질 수 있음을 의미한다.

그러나 C 호텔의 간담회에서도 언급되었던 듯이 서비스 제공이 목적인 호텔 부분에서 고객의 편익을 제한하는 방식의 에너지 절감 또는 효율화 방안을 수용하기 어려우며, 전체 리모델링의 경우 지속적인 영업에 방해가 될 수 있기 때문에 고객과 에너지효율의 중요성이 공감되지 않는 한, 고려할 수 있는 효율화 조치는 역시 설비 개체 등 특정 부분에 한정될 수 밖에 없는 한계가 있다.

4.2장에서 살펴본 바와 같이 독일에서도 이러한 문제를 해결하기 위해서 특별히 숙박시설의 에너지 효율화를 위한 “Check-In Effizienz” 프로그램을 통해서 고객과의 커뮤니케이션을 통해서 에너지효율화에 대한 수용성을 높일 수 있는 방법을 공유하고, 저변을 확대하고자 하는 노력을 진행 중이다.

현재 우리나라에서 대형 호텔 등에 대한 에너지다소비사업장 관리나 목표관리제 등을 제외하고, 숙박시설 에너지효율과 관련하여 진행하고 있는 대표적인 제도는 환경부에서 시행하고 있는 환경마크 제도이다. 그러나, 환경부가 2011년과 2013년 호텔부분과 휴양콘도미니엄 부분에 대한 환경마크 인증 기준을 도입했음에도 현재까지 실질적으로 인증을 받은 호텔은 1건, 휴양콘도미니엄은 전혀 없는 것으로 나타났다.

환경표지 인증은 기본적으로 대중의 인지를 바탕으로, 서비스나 제품의 환경적 영향과 관련한 정보를 객관적으로 제공하여 차별화 시킴으로써 서비스나 제품을 제공하는 사업자들의 친환경 기술 채택을 촉진에 동기를 부여하는 시스템이기 때문에, 인증 받은 업체가 거의 없고, 소비자들도 시장에서 인증을 접할 기회가 없는 경우에는 실효성을 전혀 기대할 수 없다. 따라서, 지금처럼 엄격한 환경마크의 기준을 유지하기 보다는 분야별로 나누어 주고 등급별로 차별화 하는 등으로 업체들의 부담을 덜어주고 인증건수를 늘려, 인지성을 높이고 녹색소비에 대한 시민들의 관심을 환기시키는 방향으로 운영하는 것이 바람직할 수 있다.

또 Filimonau (2005), Horne (2009) 등이 지적하듯이 환경표지 인증이 성공하기 위해서는 인증 체계 구성 과정에서 이해관계자들의 참여가 중요하다. 실제 참여하게 될 이해관계자들의 역량을 평가하고, 자발적 참여 가능성에 대한 여지를 타진해야 한다. 만들어진 인증기준과 인증에 참여할 대상자들의 역량 사이의 간격이 작을 수록 해당 표지 인증의 성공 가능성이 증가하며, 인증이 추구하는 바를 관철시키고 시장에서 촉진시킬 수 있는 여지가 마련된다고 볼 수 있다.

특히 현행 제도에서 에너지, 물사용, 폐기물, 자재 등 모든 분야에서 기준을 만족하려면 전체 투자비용이 크게 증가하는 반면, 인증을 통한 효용이 이를 보상해주기 어려운 구조이다. 이는 환경표지 인증의 실패 원인 중 하나로 지목될 수 있으며, 여러 호텔들의 의견을 사전 수렴하여, 스위스 Minergie Hotel 인증처럼 에너지 효율개선에 집중적으로 투자하고, 이를 통해 에너지 비용을 절감함으로써 경제성을 확보할 수 있는 방안들을 모색하는 것이 인증받은 업체들의 만족도를 높이고, 제도의 실효성을 확보하는 방안이 될 수 있다.

• 에너지효율화 시설에 대한 환경마크 인증 활성화

- 호텔 협의회를 통한 실효성 있는 환경마크 인증 기준 재구성
- 환경마크 인증의 세분화 및 차별화
- 호텔 예약 사이트 등의 참여를 통한 환경마크의 홍보

• **호텔 부문 그린리모델링 진단 지원을 통해 생애주기 리모델링과 연계한 비용효율적인 에너지효율화 사업 발굴**

(3) 데이터센터의 에너지효율화 방안

3.1절에서 살펴본 것처럼 데이터 센터는 현재 에너지 소비량이 가장 급격하게 증가하고 있는 부분으로 볼 수 있다. 특히 공공부문 데이터 센터 에너지 효율화 관련해서 지적한 바와 공공부문 데이터 센터는 지자체 중심의 소규모 전산실 운영이 대부분으로, 기존 시설에 대한 고려없이 추가로 전산시설을 도입하여 사용하고 있는 것으로 볼 수 있기 때문에, 전력사용 효율지수(PUE)가 민간 데이터 센터와 비교해도 1.5배 이상으로 높게 나타나고 있다. 반면 민간부분의 대규모 데이터 센터는 환경영향평가나 에너지 사용계획서 등의 제출을 통해 효율 관리를 시도 하고 있기는 하지만, 총량의 급격한 증가는 제한하기 어려운 상황이다.

이러한 데이터센터의 전력소모 증가는 전세계적인 추세이며 Jones(2018)에 따르면 이미 매년 200TWh 를 소비하고 있으며, 이는 전세계 수송부문 전력소비량의 절반정도에 해당하며, 전세계 전력요구량의 약 1%, 전세계 탄소배출량의 0.3%에 해당한다. Jones(2018)이 인용한 지속가능한 ICT 부문의 전문가 Anders Andrae 의 2030년까지 ICT 부문 에너지 예상 “Energy Forecast”은 2030년까지 ICT 부문이 사용하는 전력요구량은 전체의 21% 수준 까지도 차지 할 수 있으며, 최선의 경우에도 8%는 차지할 것으로 예상하고 있다. 표준연구센터(2015)에 따르면, 우리나라도 2013년 기준 데이터 센터 건물 연간 총 전기에너지 사용량은 약 26억 kWh 로 국내 원자력 발전소 1기의 연간 발전량인 86억 kWh 의 1/3에 달하는 것으로 보고 되고 있다.

그러나 전세계적으로도 급증하고 있는 데이터센터의 에너지 사용량을 관리할 수 있는 뚜렷한 대안은 나오지 않고, 자발적 이니셔티브나 그린데이터센터 인증, Best Practice 공유 및 우수사례에 대한 벤치마킹 등을 통해 에너지 효율을 관리하고 있는 상황이다. 우리나라 역시 미래창조과학부에서 그린데이터 센터 인증제도를 도입하기도 하고, 대기업 데이터센터 사업자 들을 중심으로 협의회를 구성하여 기술교류를 진행 중이기는 하다.

그러나, 좀 더 근원적으로 데이터 센터의 효율을 관리할 수 있는 토대를 마련하기 위해, 데이터 센터의 에너지 효율을 향상 시키기 위한 표준개발이 필요하며, 중소규모의 데이터센터의 통합 을 통한 시설부문의 효율화 도모, 데이터 센터 에너지 사용계획 및 효율화 계획 제출 의무화, 신재생에너지 설치 의무화처럼 효과가 확실한 대안의 도입, 그외 우수사례 공유 및 벤치마킹 설정 등 지속적인 노력을 전개해 나가야 할 것으로 보인다.

- 데이터센터, 대학, 연구소 등의 데이터처리 관련 시설 설치 및 증설 시 에너지효율화 계획 제출 의무화
- 데이터 센터 신재생전력생산시설 설치 의무화
- 데이터센터 에너지효율화 관련 기술개발 지원 확대
- 그린데이터 센터 인증 활성화
- 중소규모 데이터 센터 통합 및 시설 효율화
- 서비스 종류, 규모 등에 따른데이터센터 유형별로 그룹화된 에너지 효율화 자발적 협의체 구성

6) 기타

- 그린리모델링 지원사업 사후관리 방안 마련

이 밖에도 기존의 그린리모델링 지원사업 등 에너지 효율화 사업의 사후관리를 통해 사업이후의 성능관리 뿐아니라 에너지 절약에 대한 동기부여를 할 필요가 있다. 3.2절에서 살펴본 바와 같이 현재 국토교통부의 민간부문 그린리모델링 이자지원사업이나 BRP 사업에 참여한 프로젝트 중에는 예상 에너지 사용량보다 실제 사용량이 더 큰 경우들이 보고 되고 있다.

에너지 효율화 리모델링의 성능개선 비율과 실제 에너지 절감율 사이에 차이가 발생하는 것은 일반적으로 “Pre-bound effect”와 “Rebound effect” 등으로 설명할 수 있다. 프리바운드 효과 (Prebound effect)는 에너지 효율이 좋지 않은 기존 건축물에서 냉난방 비용의 제약 또는 온도 유지의 어려움 등으로 인해 실제 에너지 사용량이 에너지 성능 기준의 요구량에 미치지 못하다가, 에너지 효율개선을 통해 냉난방 여건이 개선되면서 지불 가능한 수준에서 에너지 요구량에 해당하는 수준까지 에너지 사용량이 증가하는 것을 예로 들 수 있다. 국내에서 프리바운드 효과는 노후주택의 리모델링 전후 도시가스 난방 사용량 증가와 관련된 경우가 많다. 반면 리바운드 효과는 에너지 효율개선을 통해 에너지 비용이 줄어들면서 이전에 사용되지 않았던 추가적인 에너지 수요 확대로 연결되는 것을 예로 들 수 있다. 주로 태양광 설치에 따라 에어컨 사용량을 확대하거나, 건조기, 스타일러 등 새로운 가전 제품을 도입하는 경우 등을 생각해 볼 수 있다.

이러한 사용 행태와 관련된 부분은 사용 가전 제품의 증가처럼 어느 정도 조절가능한 경우도 있지만, 기존에 누리지 못했던 냉난방에 관한 기본권과 관련된 부분이 혼재 되어 있기 때문에, 에너지 효율화 리모델링으로 인한 효과를 에너지 사용량 절감과, 주거환경 개선으로 나누어 평가하는 방법이 고려될 필요가 있다. 또, 거주원수가 늘어나는 경우나, 용도 변경의 경우에는 이를 반영하여 예상 에너지 절감량을 산정할 수 있는 기준 마련도 필요하다.

하지만, 에너지 효율화 리모델링에서 실제 에너지 절감량이 예상했던 에너지 절감효과보다 적게 나타나는 이유에는 새로 도입한 시스템이 기술적으로 최적화하여 구현되지 못한 경우도 고려할 수 있으며, 이 부분은 사후 에너지 소비에 대한 모니터링을 통해 정확한 원인을 분석하고 시스템 밸런싱이나 잘못된 시공 개선 등 추가로 가능한 에너지 효율화 조치가 이루어 질 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

이러한 맥락에서 Athavale and Knaus (2017)는 리모델링에 대한 보조금 제도와 건물에 대한 표준 및 라벨링 제도 등을 연계하여 성능관리가 필요하다고 제안하기도 하였으며, 독일 kfW의 융자지원제도 처럼 사후 상환지원금을 도입하여, 해당 건물이 미리 예상했던 성능을 달성했는 지를 확인 후에 상환금에서 일부를 제외시켜주는 방식처럼 사후 인센티브제도를 고려할 수도 있을 것이다. 특히, 사후 인센티브제도의 경우에는 소유주의 에너지 성능에 대한 관심을 일정 기간동안 유지시켜줌으로써 에너지 효율개선 결과를 모니터링하고, 시스템을 최적화하는 데에도 기여할 수 있지만, 사용자의 에너지 절약 행동을 유도하는 역할을 할 수도 있을 것으로 보인다.

• 기존 건물 리모델링 활성화 및 신재생에너지이용 활성화 위한 의무사항 도입

마지막으로 건물부문에서의 에너지 효율화 잠재량을 최대한 활용하기 위해서는 현재 기존 건물 대부분에 대한 에너지 효율개선을 전제로 할 수 밖에 없다. 이는 인센티브나 여러 동기부여 정책으로만으로는 달성하기 어려운 목표로, 장기적으로는 기존 건물에 대해서도 에너지 효율개선 리모델링을 의무화하거나 신재생에너지 이용에 대한 의무 비율을 도입할 필요가 있다. 현재 독일과 스위스 등 많은 국가들은 자발적인 효율개선이 어려운 부분이나, 시장확대에 어려움을 겪고 있는 신재생에너지 등을 중심으로 기존 건물 에너지 효율개선 의무규정을 단계적으로 채택하고 있다.

5. 결론 및 제언

5.1 결론

2018년 7월 발표된 국가 온실가스 감축 목표 수정안은 국제 기후변화 완화 목표(파리협정)에 현저히 미달하며 비교 대상의 온실가스 다배출 당사국 목표(NDC)보다 소극적인데, 이 수정안의 일부인 건물 부문 온실가스 감축 목표 또한 개선의 여지가 많다. 2016년에 발표되었던 기존안보다는 온실가스 저감량이 증가했고, 3년 단위 중간 목표 설정이 있다는 점에서 분명히 개선되었으나, 국제 기후변화 완화 목표(IPCC와 IEA의 권고수준)에는 부족한 것이 사실이다. 이번에 외부에 공개되지 않은 제로에너지건축물 및 기존건축물 성능개선 비율 증가 로드맵, 가정용과 상업용(근린생활시설, 업무시설 등 포함) 건물이 구분된 로드맵 또한 국민과 전문가에게 공개하고 건설적인 의견을 수렴한 뒤, 2020년에 UNFCCC에 제출할 NDC에 반영한다면 더 바람직할 것이다.

우리나라 건물 부문의 에너지 소비 현황을 정부 공식 통계와 마이크로데이터 분석을 통해 살펴보았는데, 전체적인 추이를 파악하는 데는 어느 정도 성공했으나 실효성 있는 에너지 수요 저감과 온실가스 감축을 위해서는 현재의 데이터 수집 및 정리 수준이 부정확함을 확인했다. 건축물 용도별 에너지사용량 통계에서 ‘코드없음’으로 분류된 건물들의 에너지 소비량이 매우 큰 비중을 차지할 뿐만 아니라 매년 그 비중이 일관되지도 않은 것이 부정확한 자료 수집의 대표적인 예라 할 수 있다. 정확성과 일관성이 개선되지 않으면 정책의 비효율성 또는 비실효성을 개선하는 데 한계가 있을 수밖에 없다.

부처간의 유기적인 협력이 부족한 것도 다시 한 번 확인할 수 있었다. 건물 부문 에너지 소비량, 건축물 통계, 건축물 이산화탄소 배출량 등의 정보는 소관 부처별로 서로 다른 기준에 따라 수집, 발표되어 정책적인 함의를 파악하는 데 추가적인 노력과 시간이 들고, 분석 결과의 신뢰성도 보장하는 것이 쉽지 않다. 특히 건물 신축과 기존 건물 리모델링과 주로 관계되는 의무/규제 부문보다는 에너지효율 정책인 지원, 정보제공(홍보/컨설팅) 등의 정책을 담당해야 하는 환경부로서는 강력한 정책을 도입하기 위해서 타 부처의 협력을 끌어내기 위해서는 에너지, 건축, 환경 영향(온실가스 배출량 포함) 자료의 분류 및 수집의 일관성이 필수적이다.

5.2 제언

연구진은 크게 다섯 가지 정책 방향을 제언한다.

첫째, 공공부문의 에너지효율화 리모델링에 대한 선도적인 역할이 필요하다. 공공기관 리모델링 비율 의무화하고, 공공건물 에너지진단기준을 개선하며, 공공기관 데이터 센터는 에너지효율화 계획을 수립하며, 공공건축물 리모델링·신축 시에는 건물 에너지효율화와 관련 신기술 적용을 의무화하고, 학교 건축물은 패시브 리모델링 비율 의무화를 통해 에너지효율화 리모델링의 사회적 의미와 환경적 편익에 대한 교육 홍보효과를 극대화할 필요가 있다.

둘째, 소규모 건축물의 에너지효율화 지원을 강화해야 한다. 에너지공급자에너지효율화의무제도 대상에 소규모 건축물을 포함하여 제도의 실효성을 높이고, 목표관리대상사업자를 활용하여 소규모 건축물 에너지효율화방안을 도입하고, 도시재생지역 에너지효율화 계획을 의무화하며, 각종 지원사업에 대한 정보 제공 및 행정절차를 일원화하며, 기존 건물 리모델링에 대한 실효성있는 지원체계를 마련할 것을 제언한다.

셋째, 에너지성능정보공개제도를 개선해야 한다. 개별 건물의 에너지성능정보에 대한 현실적인 자료를 수집하여 제공하고, 에너지평가서 발급을 의무화할 뿐만 아니라 그 대상도 확대하며, 건축물 대장 등을 활용하여 에너지평가서 열람을 간편화하고, 에너지평가서와 건축물 생애이력관리시스템 통합함으로써 효율개선 방안 제시도 용이하게 하고, 부동산으로 매매가 가능한 최저에너지성능제도도 도입하면 건물 에너지 수요를 획기적으로 절감할 수 있다.

넷째, 건물 부문의 기존 정책에서 기후변화 대응이 미흡했던 근린생활시설, 업무시설, 숙박시설의 에너지효율화 활성화 방안 마련을 추천한다. 이러한 용도의 건물들에 대해서도 에너지공급자에너지효율화 의무화 제도를 활용하고, 목표관리건물의 외부 감축량을 인정받을 수 있는 방안을 마련하고, 에너지효율화 시설에 대한 환경마크 인증을 활성화하며, 에너지효율화를 통한 그린비즈니스 모델에 대한 교육 홍보 및 인식제고 활동을 지원하고, 전문 에너지경영컨설팅 지원제도도 도입할 필요가 있다.

마지막으로, 건물 부문의 기후변화대응을 위한 에너지수요관리 정책은 세부적인 파생효과를 고려한 ‘사후관리’가 필수적이다. 건물은 부문(가정, 상업, 공공)도 다양하고 용도에 따라서 에너지 소비 개선 대책도 각각 너무나 다르므로, 큰 맥락에서 에너지 수요 저감 목표와 온실가스 배출량 감축 목표가 정해지더라도 부문별, 용도별 성과를 주기적으로 추적하고 정책별 실효성을 확인해야 한다. 건물 부문의 온실가스 배출량 추이 점검이 3년 단위로 이루어지므로, 정책별 실효성은 적어도 매년 점검해야 할 것이다. 건물은 일단 신축이나 리모델링이 끝나면 ‘교체’가 현실적으로 불가능하므로, 성과가 미흡한 정책은 우선 지자체 중에서 가장 성과가 좋은 정책, 나아가 외국에서 가장 성과가 좋은 정책을 참고하여 과감하게 변경할 준비가 되어 있어야 한다. 특히 관련 정책의 신속한 개선이 용이하도록, 관련 법률이나 시행령에 미리 장치를 마련할 것을 추천한다.

6. 참고문헌

- 고재경 외. (2017). **공공부문 온실가스 에너지 목표관리제의 효율적 운영방안**. 수원: 경기연구원.
- 관계부처 합동. (2016a). **2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵**. 세종: 관계부처 합동.
- 관계부처 합동. (2016b). **제1차 기후변화대응 기본계획**. 세종: 관계부처 합동.
- 관계부처 합동. (2018). **2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안**. 세종: 관계부처 합동.
- 국가공공건축지원센터. (2017). **숫자로 보는 공공건축 2016**. 세종: 건축도시공간연구소.
- 국토교통부. (2014). **제1차 녹색건축물 기본계획**. 세종: 국토교통부.
- 국토교통부. (2015, 2016, 2017). **건축물 용도별 에너지사용량 통계**. 세종: 국토교통부.
- 국토교통부. (2015, 2016, 2017). **건축물 현황 통계**. 세종: 국토교통부.
- 국토교통부. (2015, 2017). **건축통계집**. 세종: 국토교통부.
- 국토교통부. (2017). **2017 건축물통계집**. 세종: 국토교통부.
- 국토교통부. (2017). **2017년 건축통계 요약집**. 세종: 국토교통부.
- 국토교통부. (2018). **건축데이터 민간개발시스템**. 세종: 국토교통부.
- 국토교통부. (2018). **세움터**. 세종: 국토교통부.
- 그린리모델링창조센터, POST A&C, & EAN 테크놀로지. (2017). **2017 공공건축물 그린리모델링 지원사업 백서**. 진주: LH 한국토지주택공사.
- 그린리모델링창조센터. (2018). **그린리모델링 민간이자지원사업 사업승인현황**. 성남: 한국토지주택공사.
- 김유민 외 2인. (2018). **온실가스로드맵 구축을 위한 가정부문 원단위 산출**. 한국건축친환경설비학회.
- 대한건축학회. (2016). **규제 및 제도개선을 통한 그린리모델링 활성화 방안**. 세종: 국토교통부.
- 박아름, 조동우, & 목선수. (2013). 학교시설 대상 녹색건축 인증 심사결과에 대한 데이터 비교분석. **대한건축학회논문집 계획계**, 29(7), 299-308.
- 에너지경제연구원. (2017). **2017 에너지통계연보**. 울산: 에너지경제연구원.
- 에너지경제연구원. (2017). **2017 지역에너지통계연보**. 울산: 에너지경제연구원.
- 에너지경제연구원. (2018). **에너지수급통계**. KOSIS 국가통계포털.
- 에너지경제연구원, & 한국에너지공단. (2018). **2017년도(2016년기준) 에너지총조사보고서**. 세종: 산업통상자원부.

- 온실가스종합정보센터. (2018). 2018년 국가 온실가스 인벤토리(1990-2016) 공표.
<http://www.gir.go.kr/home/board/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=36&boardId=42&boardMasterId=2>
- 이병연. (2017). **제로에너지빌딩구현을 위한 신재생에너지의 제도적 고려 방안**. 2016 녹색건축한마당 녹색건축세미나.
- 진미윤. (2016). **주거복지적 관점에서 본 주택연금의 역할과 과제**. 대전: 토지주택연구원.
- 추소연, 이우주, & 김준오. (2018a). **농동 에너지재생 지도만들기 및 지원정책 사례연구**. 서울: 서울연구원.
- 추소연, 이우주, & 김준오. (2018b). **서울시 업무시설 건물에너지효율화 촉진방안 연구용역 최종보고서**. 서울: 서울특별시 원전하나줄이기 실행위원회
- 통계청. (2018). **주택총조사**. 대전: 통계청.
- 표준연구센터. (2015). **데이터센터 지속가능성 표준화 이슈 현황**. 대전: 한국전자통신연구원.
- 한국시설관리공단. (n.d.). **공공건축물 에너지사용량 공개 자료**. 진주: 한국시설관리공단.
- 한국시설안전공단. (2015). **2014년 공공건축물 그린리모델링 시범사업 백서**. 세종: 국토교통부.
- 한국에너지공단. (2018). **2018 에너지사용량 통계**. 용인: 한국에너지공단.
- 한국에너지공단. (2018). **2018 에너지통계 핸드북**. 세종: 한국에너지공단.
- 환경부. (2018). **NDC 제출현황**.
<http://www.me.go.kr/home/file/readDownloadFile.do?fileId=156396&fileSeq=1>
- 한국은행. (2018). 국민계정. KOSIS 국가통계포털.
- LH 그린리모델링 창조센터. (2016). **2015년 공공건축물 그린리모델링 시범사업 백서**. 세종: 국토교통부.
- LH 그린리모델링 창조센터. (2017). **2016년 공공건축물 그린리모델링 시범사업 백서**. 세종: 국토교통부.
- LH 그린리모델링 창조센터. (2018). **2017년 공공건축물 그린리모델링 지원사업 백서**. 세종: 국토교통부.
- Artola, I., Rademaekers, K., Williams, R., & Yearwood, J. (2016). *Boosting Building Renovation: What Potential and Value for Europe?* Brussels, Belgium: European Parliament.
- Athavale, & Knaus. (2017). *Energy Efficiency Policies and the ReboundEffect - Review of International Instruments and Recommendations for Austria*. Austrian energy agency.
- Avgerinou, M., Bertoldi, P., & Castellazzi, L. (2017). Trends in Data Centre Energy Consumption under the European Code of Conduct for Data Centre Energy Efficiency. *Energies*, 10(10), 1470. doi:10.3390/en10101470; www.mdpi.com/journal/energies
- Baxter, P. (2017). *Does Your Property have an EPC with an F or G Rating?* Warwickshire, UK: Baxter Development Solutions.

<http://www.baxterdevelopmentsolutions.com/does-your-property-have-an-epc-with-an-f-or-g-rating>

- BEIS. (2018). *The Clean Growth Strategy: Leading the way to a low carbon future*. London, UK: Department for Business, Energy and Industrial Strategy (BEIS).
- BFE. (2005). *Neubauen und Sanieren von Hotels im Minergie-Standard: Fördermöglichkeiten im Umfeld der staatlichen Hotellerieförderung*. Ittigen, Switzerland: Bundesamt für Energie (BFE).
- BMU. (2016). *Climate Action Plan 2050: Principles and goals of the German government's climate policy*. Berlin, Germany: Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (German: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit; BMU).
- BPIE. (2014). Setting the 3% target for public building renovation. *BPIE Factsheet*. Brussels, Belgium: Buildings Performance Institute Europe (BPIE).
- Climate Action Tracker. (2018). *Country Assessments 2018*. Ecofys and NewClimate Institute.
- Cox, P. (2011). Keeping PACE?: The Case Against Property Assessed Clean Energy Financing Programs. *University of Colorado Law Review*, 83, 83-122.
- Danner, M., Marcinek, H., Stahl, C., Müller, C., & Horn, J. (2017). *Dena-LEITFADEN Mitarbeiterkommunikation*. Berlin, Germany: Deutsche Energie-Agentur (Dena).
- Deason, J., Wei, M., Leventis, G., Smith, S., & Schwartz, L. (2018). *Electrification of buildings and industry in the United States: Drivers, barriers, prospects, and policy approaches*. Berkeley, CA: Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory.
- Dena. (2017). *Individuelle Sanierungsfahrplan*. Berlin, Germany: Deutsche Energie-Agentur (Dena).
- Dena. (2018a). *Dena-ANALYSE Insight Büroimmobilien: Marktsituation und Ausblick für klimafreundliche Bürogebäude*. Berlin, Germany: Deutsche Energie-Agentur (Dena).
- DENA. (2018b). *Dena-ANALYSE: Insight Hotelimmobilien Bundesministerium fuer Wirtschaft und Energie*. Berlin, Germany: Deutsche Energie-Agentur (Dena).
- EEFIG (Energy Efficiency Financial Institutions Group). (2014). *Energy Efficiency - the first fuel for the EU Economy: How to drive new finance for energy efficiency investments—Part 1: Buildings (Interim Report)*. Brussels, Belgium: European Union.
- Elmar, K., Christoph, B., Takeshi, K., Michael, J., Michaja, P., Miodrag, S., . . . Ottmar, E.

- (2018). Short term policies to keep the door open for Paris climate goals. *Environmental Research Letters*, 13(7), 074022. doi:10.1088/1748-9326/aac4f1
- Falk, J., et al. (2018). *Exponential Climate Action Roadmap*. Stockholm, Sweden: Future Earth.
- Fawcett, T., Rosenow, J., & Bertoldi, P. (2018). Energy efficiency obligation schemes: their future in the EU. *Energy Efficiency* (In Press). doi:10.1007/s12053-018-9657-1
- Filimonau, V. (2005). *Success factors for a tourism ecolabel - The capabilities of tourism stakeholders in Belarus in facilitating the success of an ecolabelling initiative*. (Master's thesis), Lund University, Sweden.
- Forfori, F. (2006). *Evaluation of the British energy efficiency commitment within the framework of the AID-EE project*. Utrecht, The Netherlands: Ecofys.
- Government of Canada. (2016). Canada's Mid-Century Long-Term Low-Greenhouse Gas Development Strategy. Gatineau, Canada: Environment and Climate Change Canada.
- Henger, R., Deschermeier, P., Hude, M., Seipelt, B., & Voigtländer, M. (2016), *Energieeffizienz bei Büroimmobilien - dena Analyse über den Gebäudebestand und seine energetische Situation*. Berlin, Germany: Deutsche Energie-Agentur (Dena).
- Henger, R., Hude, M., Seipelt, B., Scheunemann, H., Barthauer, M., Giesemann C., & Toschka, A. (2017). *Büroimmobilien - Energetischer Zustand und Anreize zur Steigerung der Energieeffizienz*. Berlin, Germany: Deutsche Energie-Agentur (Dena).
- Hinson, S., Sutherland, N., & Rutherford, T. (2018). *Energy Efficiency and the Clean Growth Strategy*. London, UK: House of Common's Library.
- HM Government. (2017) *The Clean Growth Strategy, Leading the way to a low carbon future*. London, UK: HM Government.
- Horne, R. E. (2009). Limits to labels: The role of eco-labels in the assessment of product sustainability and routes to sustainable consumption. *International Journal of Consumer Studies*, 33(2), 175-182. doi:10.1111/j.1470-6431.2009.00752.x
- IBA Hamburg. (2018). *'Renewable Wilhelmsburg' Climate Protection Concept*. Hamburg, Germany: IBA Hamburg.
- IEA. (2017). *Energy Technology Perspectives 2017: Catalysing Energy Technology Transformations*. Paris, France: IEA Publications.
- IPCC. (2018). *Global Warming of 1.5 °C—an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission*

pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Incheon, Korea: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

Jones, N. (2018). The Information Factories. *Nature*, 561, 163-166.

doi:10.1038/d41586-018-06610-y

Kis-Orloczki, M. (2012). *Eco-labelling for environmental friendly hotel industry*. Paper presented at the International Dimensions in Economics 2012, At Łódź, Poland.

doi:10.13140/2.1.1975.6487

Kuster, J., & Plaz, P. (2003). *Neubauen und Sanieren von Hotels im Minergie-Standard: Fördermöglichkeiten im Umfeld der staatlichen Hotellerieförderung*. Bern, Switzerland: Bundesamt für Energie (BFE).

Le Quéré, C., Andrew, R. M., Friedlingstein, P., Sitch, S., Pongratz, J., Manning, A. C., . . . Zhu, D. (2018). Global Carbon Budget 2017. *Earth System Science Data*, 10, 405-448.

doi:10.5194/essd-10-405-2018

Lucon, O., Ürge-Vorsatz, D., Zain Ahmed, A., Akbari, H., Bertoldi, P., Cabeza, L. F., Eyre, N., Gadgil, A., Harvey, L. D. D., Jiang, Y., Liphoto, E., Mirasgedis, S., Murakami, S., Parikh, J., Pyke, C., & Vilariño, M. V. (2014). Buildings. In IPCC (Ed.), *Climate change 2014: Mitigation of climate change working group III contribution to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press.

Marcinek, H., Schmitt, M., Müller, C., & Horn, J. (2017). *Dena-FORTSCHRITTSBERICHT: Check-in Energieeffizienz*. Berlin, Germany: Deutsche Energie-Agentur (Dena).

Meadows, S. (March 15, 2018). New energy efficiency rules for landlords: use these five quick fixes to meet the standards. *The Telegraph*.

<https://www.telegraph.co.uk/investing/buy-to-let/new-energy-efficiency-rules-landlord-s-use-five-quick-fixes-meet/>

MEDDE. (2015). *National Low-Carbon Strategy* (French: Stratégie nationale bas carbone, "SNBC"). Paris, France: Ministry for Ecology, Sustainable Development and Energy (French: Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, MEDDE).

Nguyen, L. Q., & Du, Q. (2010). *Effectiveness of Eco-label? A study of Swedish University Students' Choice on Ecological Food*. (Master's thesis). Umeå, Sweden: Umeå School of Business.

- ofgem. (2004). *Energy Efficiency Commitment Key Facts*. London, UK: ofgem.
<https://www.ofgem.gov.uk/ofgem-publications/58646/5904-eecfeb04pdf>
- Olivier, J. G. J., Schure, K. M., & Peters, J. A. H. W. (2017). *Trends in Global CO₂ and Total Greenhouse Gas Emissions: 2017 Report*. The Hague, The Netherlands: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL; Netherlands Environmental Assessment Agency).
- Republic of China. (2015). *Submission by Republic of China (Taiwan) Intended Nationally Determined Contribution (核定本)*.
[https://enews.epa.gov.tw/enews/enews_ftp/104/1117/174044/Submission%20by%20Republic%20of%20China%20\(Taiwan\)Intended%20Nationally%20Determined%20Contribution.pdf](https://enews.epa.gov.tw/enews/enews_ftp/104/1117/174044/Submission%20by%20Republic%20of%20China%20(Taiwan)Intended%20Nationally%20Determined%20Contribution.pdf)
- RLA. (2018). *Minimum Energy Efficiency Standards*. Manchester, UK: Residential Landlords' Association (RLA).
<https://www.rla.org.uk/landlord/guides/minimum-energy-efficiency-standards.shtml>
- Rosenow, J., Fawcett, T., Eyre, N., & Oikonomou, V. (2015). *Energy Saving Policies and Energy Efficiency Obligation Schemes (ENSPOL)*.
- Shell. (2018). *Shell Scenarios—Sky: Meeting the goals of the Paris Agreement*.
- The White House. (2016). *United States Mid-Century Strategy for Deep Decarbonization*. Washington, DC: The White House.
- UNFCCC. (2015). *Paris Agreement*. New York, NY: United Nations.
- UNFCCC. (2018). NDC Registry (interim). New York, NY: United Nations. Retrieved from <http://www4.unfccc.int/ndcregistry/Pages/Home.aspx>
- Ungar, L., Kallakuri, C., & Barrett, J. (2015). 2015 Federal Energy Efficiency Legislation: Projected Impacts. *ACEEE White Paper*. Washington, DC: American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE).